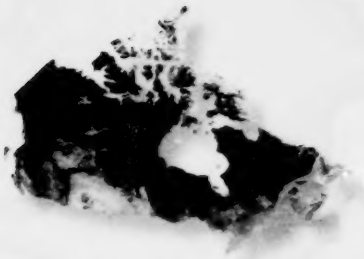


HISTORIQUE

DE L'EXPLORATION MINÉRALE ET DE L'EXPLOITATION MINIÈRE AU CANADA

ET PERSPECTIVES POUR L'AVENIR

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

103-03868/

HISTORIQUE

DE L'EXPLORATION MINÉRALE ET DE L'EXPLOITATION MINIÈRE AU CANADA

ET PERSPECTIVES POUR L'AVENIR

Donald A. Cranstone

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada – 2002

N° de catalogue : M37-51/2002F
ISBN : 0-662-87640-7

Un nombre restreint d'exemplaires de cette publication
est disponible gratuitement auprès du :

Secteur des minéraux et des métaux
Ressources naturelles Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Téléphone : (613) 947-6580
Télécopieur : (613) 952-7501
Courriel : dcransto@rncan.gc.ca

Cette publication est également disponible sur Internet à :
http://www.rncan.gc.ca/smm/topi-suje/hist_f.htm

This publication is also available in English under the title
A History of Mining and Mineral Exploration in Canada and Outlook for the Future
Catalogue no. M37-51/2002E
ISBN 0-662-32680-6

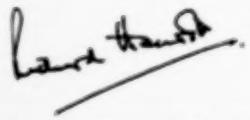
Cette publication est imprimée
sur papier recyclé

IMPRIMÉ AU CANADA

Préface

Le présent rapport traite de l'essor et de l'évolution de l'industrie minérale au Canada. Il fournit des renseignements succints sur la production, les réserves, les résultats obtenus des activités d'exploration, ainsi que sur les perspectives. Ce rapport est publié par le ministère des Ressoures naturelles du Canada. Il sera publié également en Allemagne par le Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (soit l'institut fédéral des sciences de la Terre et des ressources naturelles du gouvernement allemand). Cette publication paraîtra dans la série des revues scientifiques Rohstoffwirtschaftliche Länderreihe de cet organisme, laquelle est axée sur les rapports concernant divers pays produisant des résumés et abordant des sujets tels que la géologie, l'industrie minérale et sa production, les ressources minérales, les gisements minéraux et les aspects économique de l'activité de production des minéraux.

Le court chapitre intitulé « L'industrie pétrolière du Canada », qui a été écrit pour renseigner les lecteurs allemands, suscitera également l'intérêt des Canadiens.



Richard T. Haworth, Ph.D.
Sous-ministre adjoint
Secteur des minéraux et des métaux

Table des matières

Préface iii

1. Les débuts de l'industrie minérale canadienne 1

2. Histoire de la prospection et de l'exploration minérale au Canada 5

3. La production minérale canadienne au fil des ans 9

4. Dépenses d'exploration au Canada dans le secteur des minéraux non pétroliers

   4.1 Introduction 15
   4.2 Effets de la fluctuation des prix des métaux sur les travaux d'exploration 16
   4.3 Discussion 17

5. Fluctuation des quantités de minerais découverts au Canada et des coûts connexes 21

6. Réserves de minerai et avenir à long-terme de la production minérale canadienne

   6.1 Introduction 33
   6.2 Réserves de minerai métallifère du Canada 33
   6.3 Aperçu des réserves de minerai du Canada dans l'avenir 43

7. L'avenir de l'exploration minérale au Canada 45

8. L'industrie pétrolière du Canada 47

9. La production de soufre au Canada 53

10. Principales régions minières du Canada 55

11. Liste de références 57

Liste des figures

1.1 Carte du Canada où l'on relève l'emplacement des endroits mentionnés dans le texte 2

3.1 Valeur de la production des minéraux non pétroliers au Canada, de 1886 à 2000 9

3.2 Production canadienne d'argent, de 1869 à 2000 9

3.3 Production canadienne de plomb, de 1887 à 2000 10

3.4	Production canadienne d'or, de 1858 à 2000	10
3.5	Production canadienne de nickel, de 1889 à 2000	10
3.6	Production canadienne de métaux du groupe platine, de 1887 à 2000	10
3.7	Production canadienne de cobalt, de 1904 à 2000	10
3.8	Production canadienne de cuivre, de 1848 à 2000	10
3.9	Production canadienne de zinc, de 1898 à 2000	11
3.10	Production canadienne de molybdène, de 1902 à 2000	11
3.11	Production canadienne d'uranium, de 1933 à 2000	11
3.12	Production canadienne de minerai de fer, de 1886 à 2000	11
3.13	Production canadienne d'amiante, de 1880 à 2000	11
3.14	Production canadienne de gypse, de 1874 à 2000	11
3.15	Production canadienne de potasse, de 1958 à 2000	12
3.16	Production canadienne de sel, de 1886 à 2000	12
3.17	Production canadienne de charbon, de 1867 à 2000	12
3.18	Production canadienne de la mousse de tourbe, de 1941 à 2000	12
4.1	Dépenses de prospection et d'exploration au Canada, de 1946 à 2000	15
4.2	Comparaison entre les dépenses d'exploration d'uranium au Canada et le prix de l'uranium de NUEXCO, de 1970 à 1990	18
4.3	Dépenses totales d'exploration au Canada et l'indice des prix des métaux, de 1969 à 2001	19
5.1	Découvertes de nickel au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985	21
5.2	Découvertes de cuivre au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985	21
5.3	Découvertes de zinc au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985	22
5.4	Découvertes de plomb au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985	22
5.5	Découvertes de molybdène au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985	22
5.6	Découvertes d'argent au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985	22

5.7 Découvertes d'or au Canada par période de 10 ans, de 1946 à 1985 23

5.8 Découvertes de nickel au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 24

5.9 Découvertes de cuivre au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 24

5.10 Découvertes de zinc au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 24

5.11 Découvertes de plomb au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 25

5.12 Découvertes de molybdène au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 25

5.13 Découvertes d'argent au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 25

5.14 Découvertes d'or au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 26

5.15 Découvertes d'uranium au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 26

5.16 Valeur des métaux découverts au Canada répartie selon les prix moyens de 1987 à 1991 et par période de trois ans, de 1946 à 1990 26

5.17 Dépenses d'exploration au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990 27

5.18 Valeur des métaux découverts au Canada par dollar dépensé pour l'exploration minérale à tous les trois ans, de 1946 à 1990 27

5.19 Découvertes de cuivre au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990 28

5.20 Découvertes de zinc au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990 29

5.21 Découvertes d'or au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990 30

5.22 Découvertes d'uranium au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990 32

6.1 Valeur de la production des mines au Canada par produit minéral, en 2000 33

6.2 Réserves prouvées et probables de nickel métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000 34

6.3 Rapport entre les réserves canadiennes de nickel et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1979 34

6.4 Réserves prouvées et probables de cuivre métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000 35

6.5 Rapport entre les réserves canadiennes de cuivre et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999 35

6.6 Réserves prouvées et probables de zinc métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000 36

6.7 Rapport entre les réserves canadiennes de zinc et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999 36

6.8 Réserves prouvées et probables de plomb métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000 37

6.9 Rapport entre les réserves canadiennes de plomb et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999 37

6.10 Réserves prouvées et probables de molybdène métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000 38

6.11 Rapport entre les réserves canadiennes de molybdène et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999 39

6.12 Réserves prouvées et probables d'argent métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000 39

6.13 Rapport entre les réserves canadiennes d'argent et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999 40

6.14 Réserves prouvées et probables d'or métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000 40

6.15 Rapport entre les réserves canadiennes d'or et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999 41

6.16 Ressources mesurées et indiquées d'uranium récupérable à des prix allant jusqu'à 100 $/kg d'uranium, de 1975 à 2000 41

6.17 Rapport entre les ressources canadiennes d'uranium et le taux de production de ce métal, de 1974 à 1998 42

9.1 Volume de production du pétrole brut au Canada, de 1961 à 2000 59

9.2 Volume de production du gaz naturel au Canada, de 1913 à 2000 60

9.3 Volume de production des sous-produits du gaz naturel au Canada, de 1961 à 2000 60

9.4 Valeur de la production du pétrole brut au Canada, de 1986 à 2000 60

9.5 Valeur de la production du gaz naturel au Canada, de 1986 à 2000 60

9.6 Valeur de la production des sous-produits du gaz naturel au Canada, de 1986 à 2000 60

9.1 Production canadienne de soufre élémentaire, de 1956 à 2000 52

1. Les débuts de l'industrie minérale canadienne[1]

Les premiers habitants autochtones de l'hémisphère occidental sont arrivés il y a environ 40 000 ans. Bien qu'ils aient fort probablement passé par l'Asie pour s'y rendre, au cours d'une période interglaciaire du Pléistocène tardif, ils auraient également pu traverser les océans Pacifique ou Atlantique en bateau. Pour se confectionner des outils, des armes et des ornements, les peuples autochtones travaillaient divers minéraux, y compris du petits et du gros outillage, qu'ils utilisaient pour se fabriquer des outils et des armes, ainsi que le silex, la silexite, la catlinite et la turquoise, et le cuivre, l'or et l'argent natifs, dont ils pouvaient faire le tour.

Les Vikings, qui provenaient d'Islande, furent les premiers Européens à mettre pied à terre au Canada. Il y a environ 1000 ans, ils formèrent un petit groupe qui navigua du Groenland jusqu'à L'Anse aux Meadows, dans la péninsule Northern de l'île de Terre-Neuve, où ils vécurent pendant plusieurs années. Il y a presque 500 ans, Jean Cabot levait l'ancre, à Bristol (Angleterre), et découvrit, en juin 1497, ce qui était sans doute l'île de Terre-Neuve. Quelques dizaines d'années plus tard seulement, des milliers de pêcheurs du Portugal, de France et d'Angleterre pêchaient dans Les Grands Bancs, qui constituent une partie du plateau continental situé au sud de Terre-Neuve, dans l'océan Atlantique. Certains pêcheurs hivernaient à Terre-Neuve au XVI^e^ siècle, mais ce sont des Anglais qui furent les premiers à s'y établir de façon permanente, en 1610, sur les rives de la baie de la Conception, dans l'Est de l'île. Les Français avaient toutefois établi la première colonie européenne deux ans plus tôt, en 1608, dans la ville de Québec, dans le pays qui allait devenir le Canada.

Les principaux produits minéraux que les premiers colons du Canada extrayaient pour subvenir à leurs besoins étaient la pierre de construction, l'argile à briques, le sable, le gravier et la chaux, qui servaient à fabriquer du mortier et du plâtre. C'est en 1672 que les Français découvrirent pour la première fois du charbon dans l'île du Cap-Breton (N.-É.) (figure 1.1). La Marine britannique s'approvisionna en charbon dans cette île, en 1711. Des colons commencèrent à extraire du charbon au Nouveau-Brunswick, en 1762. On découvrit du charbon en Alberta, en 1800 et des gisements de charbon dans l'île de Vancouver (C.-B.), en 1835 ainsi qu'en 1850.

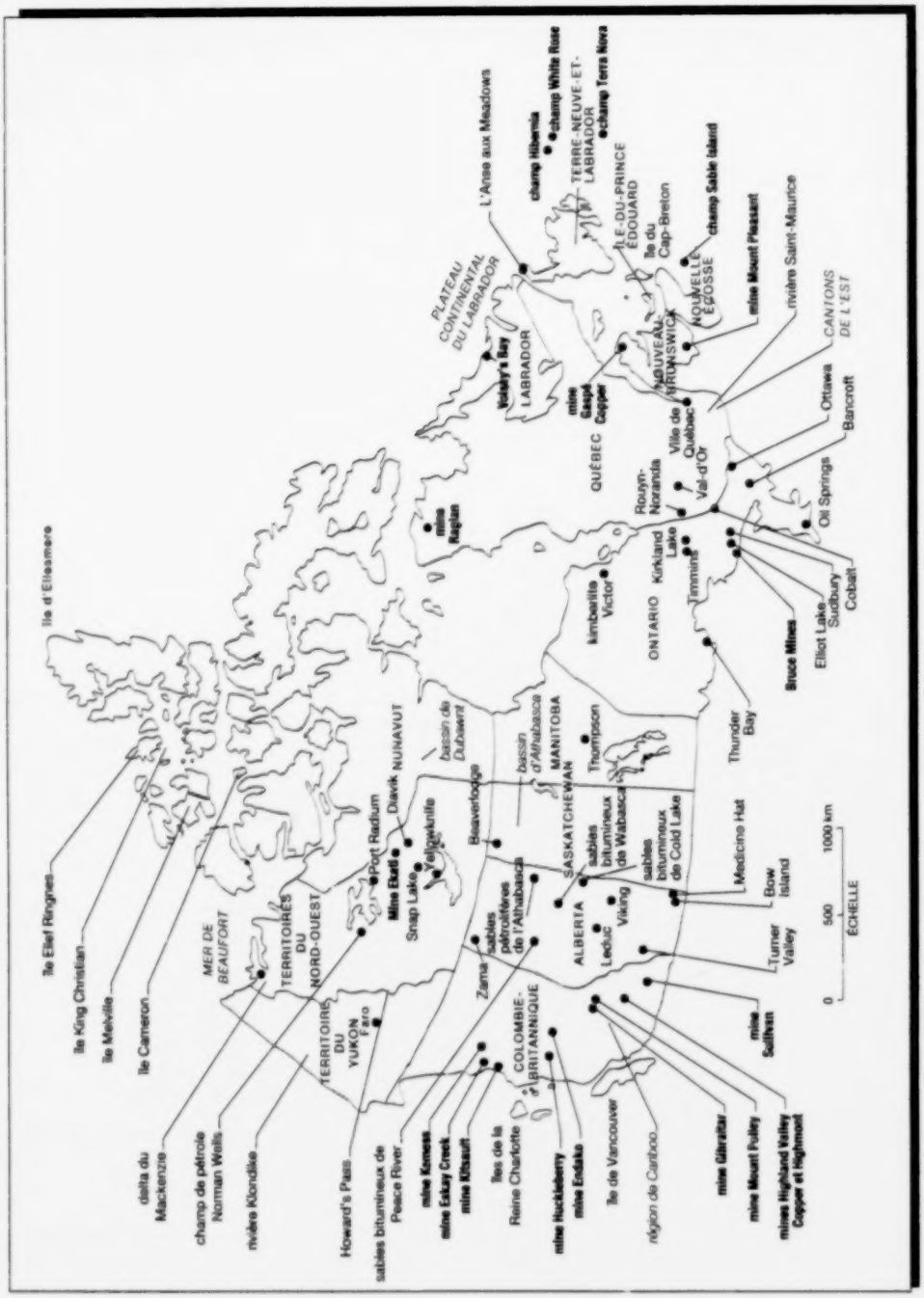
On découvrit du minerai de fer, le long du fleuve Saint-Laurent, près de l'embouchure de la rivière Saint-Maurice, et les habitants de la région commencèrent à le faire fondre pour produire du fer en 1737. Pendant et après la Révolution américaine, dans les années 1780 et 1790, des Loyalistes anglais (c'est-à-dire des colons américains toujours fidèles à l'Empire britannique) quittèrent les États-Unis et se dirigèrent vers l'Est du Canada, y compris vers ce qui constitue maintenant le Sud de l'Ontario, où l'on construisit, en 1800, en 1820 et en 1922, des fours de fusion du minerai de fer de la région. Les plus anciens documents portant sur la production de gypse en Nouvelle-Écosse et en Ontario datent respectivement de 1760 et de 1922.

En 1846, on découvrit un gisement de cuivre sur la rive nord du lac Huron, à Bruce Mines (Ont.), dont l'exploitation débuta deux ans plus tard. Au Canada, la production initiale des métaux non ferreux s'est amorcée en 1848. Dans ce cas, il s'agissait de la production du cuivre. À la fin des années 1850, on produisait de l'or au Canada en exploitant la petite mine Early Bird, située dans les îles de la Reine-Charlotte (C.-B.). En 1858, on avait découvert de l'or placérien dans la rivière Chaudière, dans les Cantons de l'Est (Qc), mais on n'entreprit la production qu'en 1862. En 1859, on découvrit et l'on commença à extraire de l'or placérien, dans la région de Cariboo (C.-B.), pour produire quelque 110 tonnes (t) d'or au total. On extrait d'ailleurs encore de petites quantités d'or de petits gisements d'or filonien se trouvant dans cette région. C'est en 1860 que l'on découvrit aussi de l'or en Nouvelle-Écosse, pour la première fois. Au fil des ans, environ 65 t d'or au total ont été extraites de petits gisements aurifères en Nouvelle-Écosse. Le

---

[1] Les renseignements historiques fournis dans ce chapitre et le chapitre 2, qui est intitulé « Histoire de la prospection et de l'exploration minérale au Canada », proviennent : (1) des connaissances que l'auteur a acquises en consultant de nombreuses sources, au cours des 45 dernières années, et (2) d'une liste d'événements marquants de l'histoire minière du Canada qui se sont produits entre 1604 et 1950. Cette liste a été dressée et publiée en 1967 par le Bureau fédéral de la statistique, maintenant connu sous le nom de Statistique Canada (voir références, sous Bureau fédéral de la statistique, 1967).

Figure 1.1
Carte du Canada où l'on relève l'emplacement des endroits mentionnés dans le texte



Source : Ressources naturelles Canada.

pétrole que l'on découvrit en 1857, à Oil Springs (Ont.), près du lac Érié, provenait de l'un des plus anciens gisements pétrolifères économiquement exploitables que l'on ait découverts en Amérique du Nord (voir le chapitre 8 intitulé « L'industrie pétrolière du Canada »).

L'or de la région de Cariboo, le pétrole de l'Ontario et la production accrue de charbon, dans l'île du Cap-Breton, marquent un tournant dans l'industrie minérale du Canada, dont les activités, qui ne consistaient jusque-là qu'en de petits travaux locaux, devinrent beaucoup plus importantes. Dans les années 1870, l'industrie du phosphate, dont l'apatite est la matière première, s'implanta dans l'Ouest du Québec et l'Est de l'Ontario, et l'on commença également à produire des sous-produits tels que la phlogopite et la muscovite en feuillet, en exploitant de nombreux petits gisements de carbonatite situés à moins de 100 ou de 150 kilomètres (km) d'Ottawa – la capitale nationale. Dans les années 1880, on découvrit de l'amiante au Québec, plus précisément au sud du fleuve Saint-Laurent, dans les Cantons de l'Est, qui constituent toujours d'ailleurs l'une des régions où l'on produit le plus d'amiante au monde. En 1883, les travaux de construction du chemin de fer transcontinental de la Canadian Pacific Railway Company exposèrent une minéralisation, près de ce qui est maintenant la mine Murray. Cet événement mena à la découverte de gisements de nickel-cuivre, à Sudbury (Ont.). Les activités d'exploitation de la mine Frood, qui se trouve également à Sudbury, débutèrent en 1887 et se poursuivaient toujours en 2000, bien qu'elles tirent à leur fin. On estime avoir extrait de cette mine 5 millions de tonnes (Mt) de nickel, 5 Mt de cuivre, 900 t d'argent, 55 t d'or ainsi que des quantités considérables de métaux du groupe platine (MGP), de sélénium, de tellure, de boulettes de minerai de fer et d'anhydride sulfureux – un gaz dont on se sert pour produire de l'acide sulfurique et de l'anhydride sulfureux liquide.

Des travaux de prospection réalisés dans le Sud de la Colombie-Britannique menèrent à la découverte d'un grand nombre de gisements d'or, d'argent et de métaux communs. En effet, ces travaux permirent de découvrir, en 1893, le gisement gigantesque de plomb-zinc-argent Sullivan situé à Kimberley (C.-B.). La mine dégarnie de ses minerais a fermé en 2001, mais on en a néanmoins extrait 10 Mt de plomb, 10 Mt de zinc, 9900 t d'argent ainsi que des quantités beaucoup moindres d'antimoine, d'étain, de bismuth, de cadmium, de gallium, de germanium et d'indium. En 1896, la découverte d'or placérien dans la rivière Klondike (Yn) entraîna la plus grande ruée vers l'or de l'histoire du Canada. Quelque 430 t d'or placérien furent extraites au Territoire du Yukon. On continue d'extraire de l'or placérien de divers cours d'eau, depuis plus de 100 années, et l'on y exploite présentement des mines d'or filonien que l'on a mises en valeur récemment.

En 1903, on découvrit de l'argent à Cobalt (Ont.), tandis qu'on y construisait un chemin de fer. De nombreux gisements filoniens relativement petits mais riches en argent-cobalt-nickel-arséniure furent découverts dans les environs de cette localité, qui devint l'un des plus importants producteurs d'argent au monde. Plus de 18 000 t d'argent ainsi que de grandes quantités de cobalt et de nickel furent extraites des mines situées à proximité de Cobalt, entre 1903 et 1989 – période où la faiblesse des prix de l'argent entraîna la suspension de l'exploitation à la seule mine qui était toujours ouverte. Les activités pourraient éventuellement reprendre, si le prix de l'argent devait augmenter.

2. Histoire de la prospection et de l'exploration minérale au Canada

Avant les années 1870 ou 1880, presque tous les gisements minéraux importants au Canada ont été découverts accidentellement par des gens qui n'en cherchaient pas activement. Après la découverte, en 1859, d'or placérien dans le district de Cariboo, on décida de prospecter les régions montagneuses de la Colombie-Britannique pour y trouver de l'or et des métaux communs, et l'on entreprit également de prospecter le Territoire du Yukon à la recherche de l'or. La découverte de gisements d'or filonien en Nouvelle-Écosse entraîna, elle aussi, l'exécution de travaux de prospection de grande envergure. Par la suite, on commença progressivement à prospecter d'autres régions du Canada. En 1909, des prospecteurs découvrirent des veines de quartz à haute teneur en or en Ontario, plus précisément dans le district de Porcupine (il constitue maintenant la ville de Timmins). Plus de 2200 t d'or ont été extraites dans ce district, où l'on exploite toujours des mines anciennes et plus récentes. En 1911, des prospecteurs découvrirent un autre gros gisement d'or que l'on appela « Golden Mile » et qui se trouve dans ce qui est maintenant la ville de Kirkland Lake (Ont.). Environ 800 t d'or furent extraites des quelque six mines (ou plus) aménagées à cet emplacement. La seule mine d'or qui était encore ouverte, soit la mine Macassa, a été exploitée jusqu'en 1999, mais elle est présentement fermée et le restera jusqu'à ce que les prix de l'or augmentent. Depuis les années 1920, de nombreux importants gisements aurifères, dont le gros gisement de cuivre-or Noranda, et d'autres gisements de métaux communs ont été découverts par des prospecteurs qui exploraient ce qui est maintenant connu sous le nom de « ceinture aurifère de Rouyn–Val-d'Or », au Québec, juste à l'est de l'Ontario. On découvre encore de nouveaux gisements le long de cette ceinture. Au milieu des années 1930, des prospecteurs commençaient à explorer le district aurifère de Yellowknife (T.N.-O.), après avoir effectué des travaux d'exploration et fait des découvertes dans le Nord du Québec, de l'Ontario, du Manitoba et de la Saskatchewan. Un grand nombre de corps minéralisés ont été découverts dans ces régions aurifères, qui n'étaient pas connues jusque-là.

À l'époque où l'industrie minérale procédait à son implantation, de nombreux prospecteurs étaient « commandités », c'est-à-dire que des gens d'affaires locaux (un seul homme d'affaires dans certains cas et parfois des « syndicats financiers » regroupant plusieurs personnes) défrayaient les dépenses d'exploration des prospecteurs en échange d'intérêts dans les découvertes que ces derniers faisaient. Des petites entreprises (sociétés d'exploration, sociétés juniors) se sont formées afin d'explorer le pays, dans l'espoir de découvrir des gisements qu'elles pourraient mettre en valeur. Ces sociétés d'exploration finançaient leurs activités en vendant leurs actions au grand public.

Avant que les hydravions ne soient couramment utilisés pour se rendre dans les régions éloignées du Canada, les prospecteurs qui cherchaient des indices minéraux dans le Bouclier canadien devaient d'habitude voyager en canoë et vivre dans des tentes. Dans les années 1920 et 1930, un grand nombre de sociétés minières ont créé leur propre division chargée de l'exploration, et elles ont embauché leurs propres géologues et prospecteurs.

Pendant la Grande Crise des années 1930, la faiblesse des prix des métaux (sauf ceux de l'or et de l'argent) a entraîné une diminution considérable des travaux d'exploration de métaux non précieux. En 1934, les États-Unis ont augmenté le prix de l'or, qui est alors passé de 20,67 à 35 $US/oz troy (31,103 grammes [g]), ce qui a stimulé de façon importante l'exploration à la recherche de l'or ainsi que la mise en valeur et l'exploitation de mines aurifères au Canada. En 1939, la guerre n'a pas tardé à mettre un frein aux activités d'exploration, exception faite de celles qui ciblaient des minéraux d'importance stratégique, tels que la chromite, le manganèse, l'étain et le tungstène, que l'on n'exploitait pas en temps normal en Amérique du Nord. Dans la plupart des mines, les travaux destinés à découvrir de nouvelles réserves pour remplacer le minerai extrait ont été interrompus ou réduits au minimum.

Lorsque la Seconde Guerre mondiale a commencé, les États-Unis étaient neutres. Le Canada devait donc payer le matériel de guerre qu'il achetait aux États-Unis. en dollars américains ou en or. Par conséquent, le gouvernement du Canada a donné la priorité aux mines d'or canadiennes afin qu'elles obtiennent tout l'équipement, l'approvisionnement et la main d'oeuvre nécessaires. En 1941, on a conclu une entente de prêt-bail afin de pouvoir acheter à crédit

du matériel de guerre des États-Unis. Les mines d'or ont alors perdu leur priorité, après quoi il fut impossible pour un grand nombre d'entre elles d'obtenir la main-d'oeuvre et l'approvisionnement requis pour poursuivre l'exploitation, ce qui a rapidement entraîné la fermeture de nombreuses mines d'or canadiennes. Quant aux exploitants des mines d'or toujours ouvertes, ils ont dû réduire leur personnel et la cadence de production.

En 1945 et en 1946, à la fin de la guerre, l'exploration à la recherche de l'or a repris au Canada, mais l'inflation et le prix fixe de l'or ont tôt fait de décourager les sociétés d'exploration. Cependant, de nouvelles opportunités d'exploration allaient rapidement se présenter : le secteur militaire avait un urgent besoin d'uranium. Dans les années 1940, les travaux d'exploration ciblant ce métal allaient être considérablement facilités par l'utilisation du compteur Geiger, au Canada et ailleurs dans le monde. Cet instrument avait été inventé en Allemagne, au cours des années 1920. Au début des années 1940, des Canadiens l'avaient modifié afin de pouvoir s'en servir pour détecter de l'uranium lors de l'exploration sur le terrain. Au début des années 1950, des Canadiens inventaient le scintillomètre. Cet instrument, qui est un détecteur de rayonnement beaucoup plus sensible que le compteur Geiger au Canada et ailleurs dans le monde, allait permettre aux prospecteurs de détecter de l'uranium à des distances encore plus grandes. Plus tard, on inventait le spectromètre gamma, qui peut détecter le rayonnement d'un radioélément particulier. Il était donc maintenant possible de déterminer si un rayonnement donné était émis par de l'uranium, du thorium ou d'autres radioéléments, ce que le compteur Geiger et le scintillomètre ne pouvaient faire.

On pouvait donc détecter des minéraux radioactifs beaucoup plus facilement, ce qui a permis de découvrir, peu après, d'importants gisements d'uranium, aux environs du lac Beaverlodge (Sask.) [c'est en 1948 que l'on découvrit un corps minéralisé pour la première fois dans cette région], dans le district de Bancroft (Ont.) [la première découverte de minerai date de 1949], et dans l'important district d'Elliot Lake (Ont.) [la première découverte de minerai date de 1953]. Le premier gisement d'uranium a été découvert au Canada, en 1930, à un endroit que l'on allait appeler Port Radium et qui est situé sur la rive est du Grand lac de l'Ours (T.N.-O.). Jusqu'au début des années 1940, le principal métal que l'on extrayait de cette mine était le radium – produit que l'on utilisait pour traiter les personnes atteintes du cancer. L'uranium – un produit secondaire – était utilisé pour teinter le verre et les glaçures céramiques. En 1943, cependant, les sociétés minières ont commencé à concentrer leurs travaux sur l'uranium plutôt que le radium, car l'uranium entre dans la fabrication d'armes nucléaires. Comme, les isotopes produits au moyen de réacteurs nucléaires sont maintenant utilisés à des fins médicales et d'inspection technique, il n'y a donc plus de demande de radium sur le marché.

Les instruments pouvant détecter la radioactivité ne sont pas les seuls nouveaux appareils géophysiques qui soient dignes de mention. Pendant la guerre, on a inventé le magnétomètre aéroporté afin de détecter les sous-marins. On s'est aperçu que l'on pouvait utiliser cet instrument pour explorer des gisements métallifères renfermant des minéraux magnétiques, comme la magnétite et la pyrrhotine, et peut-être même pour découvrir du pétrole.

Après la guerre, l'Aero Service Corporation de Philadelphie (Pa.) obtenait les droits d'exclusivité reliés à l'utilisation du magnétomètre aéroporté en matière d'exploration minérale. À la même époque, la société américaine Gulf Oil Company obtenait des droits d'exclusivité similaires, mais en matière d'exploration pétrolière. En 1947, l'International Nickel Company of Canada Limited, qui s'appelle maintenant Inco Limitée, a conclu un contrat d'exclusivité de deux ans avec l'Aero Service Corporation. Ce contrat permettait à International Nickel d'utiliser le seul et l'unique magnétomètre aéroporté, dont elle allait se servir au Manitoba (et dans une ou deux autres régions du Canada) pour explorer ce qui est maintenant connu sous le nom de « ceinture de nickel Thompson », où l'on ne trouve que très peu d'affleurements. Les cartes du champ magnétique de cette région indiquaient l'emplacement d'importantes anomalies magnétiques allongées, qui étaient trop nombreuses pour faire l'objet de forage d'essai. International Nickel ne cherchait pas de gisements de minerai de fer, mais il était évident, d'après les résultats, qu'il existait maintenant un moyen très efficace et rapide d'explorer de grandes régions pour y trouver des formations ferrifères à faciès de sulfures renfermant de la pyrrhotine et des formations ferrifères à faciès d'oxydes renfermant de la magnétite. Au premier abord, les employés d'International Nickel ne savaient pas concrètement ce qu'ils pouvaient conclure ou tirer de ces données (H.D.B. Wilson, communication personnelle).

Les corps minéralisés en sulfures massifs et les gisements du type filonien conduisent l'électricité. Dans les années 1930, Stan Davidson, alors géologue en chef de Falconbridge Limitée – l'un des deux plus importants producteurs de nickel du Canada – a mis au point le premier système électromagnétique (EM) servant à détecter, depuis le sol, des corps minéralisés conducteurs. Cet appareil était très lourd et encombrant, car on devait construire, à chaque levé, une nouvelle tour pour soutenir la bobine réceptrice. Au début des années 1940, on mettait au point un récepteur EM portable. Il était maintenant possible d'utiliser un système beaucoup plus efficace, qui consistait en une bobine émettrice que l'on suspendait à un poteau et en un petit appareil de détection

portable muni d'une bobine réceptrice. International Nickel avait pu se procurer un de ces systèmes et l'avait évalué avec succès en détectant un corps minéralisé en nickel-cuivre connu, qui gisait dans la mine Murray, à Sudbury (Ont.). La société a ensuite acheté d'autres appareils EM portables, qui lui ont servi à découvrir plusieurs gros gisements de nickel, près de Thompson. Dans les années 1930, la découverte d'un affleurement de roche ultramafique par un géologue, qui effectuait des travaux de prospection en canoë pour International Nickel, a poussé la société à explorer le District de Thompson. Cependant, il a fallu que l'on réalise des travaux d'exploration ininterrompus de 1946 à 1956 avant qu'on ne découvre le grand corps minéralisé à haute teneur Thompson et que l'on décide de l'exploiter (H.D.B. Wilson, communication personnelle).

Dans les années 1950, des Canadiens ont mis au point des appareils EM aéroportés que l'on allait utiliser pour effectuer des levés au-dessus de vastes régions du pays, ce qui a entraîné la découverte d'un grand nombre de gisements de sulfures de nickel, de cuivre, de zinc et de plomb. L'utilisation simultanée de magnétomètres aéroportés et d'appareils de levé EM s'est prouvée une méthode efficace d'exploration de nickel, car la plupart des corps minéralisés en nickel-cuivre possèdent des propriétés magnétiques à cause de leur teneur en pyrrhotine et conduisent l'électricité.

Dans les régions du Canada qui sont recouvertes de morts-terrains, il existait peu de probabilités que des prospecteurs ou des géologues découvrent des gisements. Cependant, l'utilisation d'appareils d'exploration EM, que l'on perfectionnait constamment, allait constituer la méthode d'exploration par excellence de métaux communs au Canada, en particulier dans les régions du Bouclier canadien et des Appalaches qui sont recouvertes de morts-terrains, qui ne présentent qu'un petit nombre d'affleurements et dont la majeure partie du relief est suffisamment plate pour faire l'objet de levés effectués depuis des avions à voilure fixe. De nombreux corps minéralisés en métaux communs ont été découverts grâce à cette nouvelle technologie d'exploration.

De vastes régions du Canada sont recouvertes d'une couche de débris glaciaires de dizaines de mètres (m) d'épaisseur. En général, beaucoup moins de 50 % de la roche superficielle est mise à nu et ce, même si elle affleure sur de vastes étendues. Il existe des régions qui s'étendent sur des milliers de kilomètres carrés et où, tout au plus, une fraction de 1 % de la roche affleure. Les affleurements représentent en moyenne beaucoup moins que 5 % dans une seule région mesurant plus de 4 millions de kilomètres carrés (Mkm^2). La plupart des gisements de métaux communs ne sont pas aussi durs que la roche environnante, de sorte qu'ils ne sont pas généralement exposés (ils sont plutôt cachés, car des glaciers continentaux les ont érodés). Les prospecteurs n'explorent que des régions où la roche affleure. D'ailleurs, la venue des magnétomètres et des avions équipés d'appareils EM a permis de détecter des corps minéralisés en métaux communs dont la limite supérieure se trouve à plus de 100 m de profondeur.

Lorsqu'on détecte depuis les airs des anomalies géophysiques intéressantes, on effectue des levés géophysiques de suivi au sol afin de déterminer avec plus de précision la nature exacte et l'emplacement des anomalies. On utilise des trépans à diamant tubulaires pour forer dans la roche et extraire des carottes, qui permettront de déterminer ce qui provoque les anomalies. Un grand nombre de régions renferment des centaines de conducteurs distincts; seulement ceux qui suscitent le plus d'intérêt font alors l'objet de forages d'essai. Les anomalies EM peuvent être provoquées par du minerai métallique renfermant des sulfures massifs, par des zones de sulfures stériles (pyrite ou pyrrhotine) ou par des zones de sulfures pauvres en métaux communs qui ne sont pas économiquement exploitables. Les sections à faible teneur peuvent se révéler viables selon la direction ou la profondeur donnée. Il ne faut donc pas écarter la possibilité d'exploiter une grande zone de sulfures que l'on considère comme stérile a priori après n'avoir foré qu'un seul trou. La majorité des anomalies EM sont causées par de minces zones de cisaillement recouvertes de graphite qui conduisent l'électricité mais qui n'ont aucun intérêt économique.

Dans certaines régions, on détecte un si grand nombre d'anomalies qu'il n'est pas économiquement envisageable d'en évaluer plus d'une petite fraction au moyen de forages d'essai. Les géophysiciens et les géologues doivent donc déterminer quelles anomalies semblent les plus intéressantes et feront l'objet de travaux de suivi au sol. Bien sûr, il arrive que certaines anomalies soient provoquées par des gisements de minéraux potentiellement exploitables qui ne font donc pas l'objet de travaux de suivi simplement parce qu'elles ne semblent pas assez intéressantes.

On a mis au point des appareils EM aéroportés plus efficaces et sensibles, qui peuvent révéler l'emplacement de gisements que des systèmes moins récents ne détectaient pas. Les levés aériens sont maintenant plus efficaces, et l'on peut détecter des gisements à de plus grandes profondeurs. Des régions que l'on avait déjà explorées avec les premiers appareils géophysiques aéroportés font présentement l'objet de nouveaux levés, qui permettent de découvrir des corps minéralisés n'ayant pas été détectés jusque-là.

L'industrie minérale canadienne était embryonnaire avant le début des années 1950. Les méthodes d'exploration minérale ont considérablement évolué depuis qu'on utilise des appareils perfectionnés pour effectuer des levés géophysiques. De plus, pendant la

première moitié des années 1950, le prix des métaux était intéressant en général et un nombre considérable de gisements de métaux communs et d'uranium de classe mondiale ont été découverts dans diverses régions du Canada, ce qui a eu pour effet d'accroître rapidement les dépenses d'exploration au pays (figure 4.2). Depuis 1946, on a effectué des travaux d'exploration qui ont permis de découvrir et de déterminer de façon précise la teneur ainsi que le tonnage de plus de 2000 gisements métallifères au Canada. En fait, on découvre en moyenne quelque 40 gisements chaque année. Certains d'entre eux seulement sont considérés comme des corps minéralisés.

3. La production minérale canadienne au fil des ans

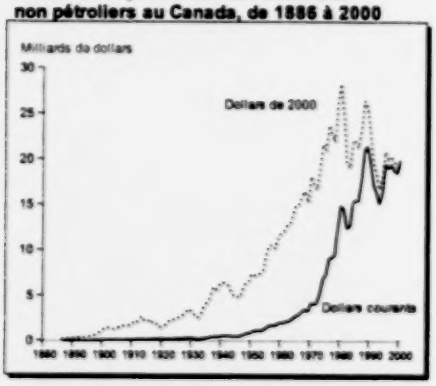
Au fil des années, les dépenses d'exploration au Canada (figure 4.1) ont augmenté au même rythme que la croissance de la production minérale canadienne (figure 3.1). En effet, la production accrue a mis en évidence le rôle du Canada comme cible d'exploration de choix, et les profits accrus de l'exploitation minière ont fourni des capitaux supplémentaires destinés aux travaux d'exploration.

La production de métaux communs et de métaux précieux a débuté au Canada il y a près de 150 ans; selon les normes actuelles de production à grande échelle, le Canada ne fait partie des producteurs importants que depuis assez récemment. Il a commencé à jouer un rôle majeur sur la scène de l'exploitation de l'argent au début du XX^{e} siècle (figure 3.2), et ses activités sont importantes dans le domaine du plomb depuis les années 1920 (figure 3.3), celui de l'or depuis les années 1920 ou 1930 (figure 3.4), du nickel depuis les années 1930 (figure 3.5), des métaux du groupe platine depuis 1935 environ (figure 3.6), du cobalt depuis 1955 environ (figure 3.7), du cuivre et du zinc depuis les années 1960 (figures 3.8 et 3.9), du molybdène depuis le milieu des années 1960 (figure 3.10), de l'uranium depuis les années 1950 (figure 3.11), et du minerai de fer depuis les années 1950 ou 1960 (figure 3.12). Dans le cas du cobalt (figure 3.7), il existe un bref point culminant dans la production après 1905, qui est attribuable à la production maximum associée à l'exploitation des gisements d'argent natif riches en arséniure de cobalt et de nickel, situés à Cobalt (Ont.), dont la découverte remontait à 1903.

En ce qui concerne les principaux minéraux industriels, le Canada s'avère un producteur important d'amiante depuis les années 1940 ou 1950 (figure 3.13), de gypse depuis les années 1950 (figure 3.14), de potasse depuis les années 1960 (figure 3.15), et de sel depuis les années 1960 ou 1970 (figure 3.16).

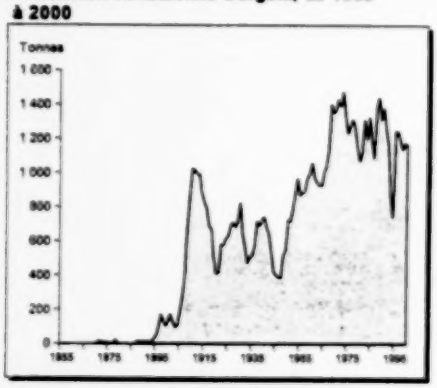
Le Canada est un grand producteur de charbon depuis les années 1970 ou 1980 (figure 3.17). En 1996, la production canadienne de charbon a atteint un sommet de 75,95 Mt, ce qui ne fait pourtant pas du Canada un des plus importants producteurs au monde. Cette situation ne découle pas de la rareté des ressources charbonnières, mais plutôt de leur emplacement. Une grande partie de celles-ci se trouvent dans l'Ouest canadien où la demande locale est limitée à cause de la population relativement faible et de la présence de ressources hydroélectriques peu coûteuses, déjà mises en valeur ou pouvant l'être dans l'avenir, en Colombie-Britannique et au

Figure 3.1
Valeur de la production des minéraux non pétroliers au Canada, de 1886 à 2000



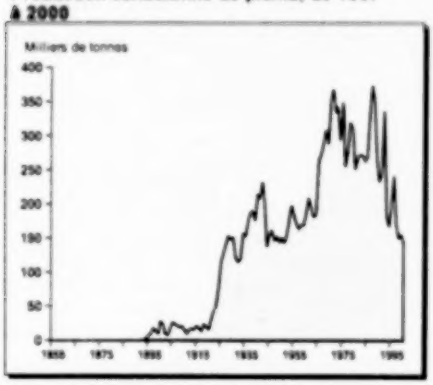
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.
Remarque : Les données qui portent sur la valeur de production avant 1886 ne sont pas complètes.

Figure 3.2
Production canadienne d'argent, de 1869 à 2000



Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.3
Production canadienne de plomb, de 1887 à 2000

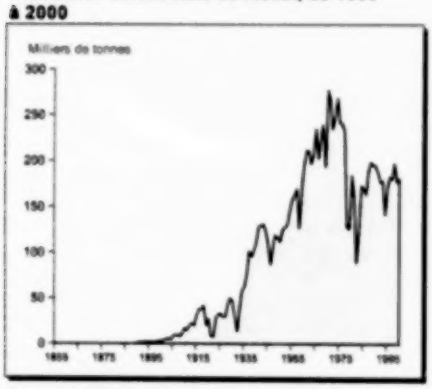


Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.4
Production canadienne d'or, de 1858 à 2000

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.5
Production canadienne de nickel, de 1889 à 2000

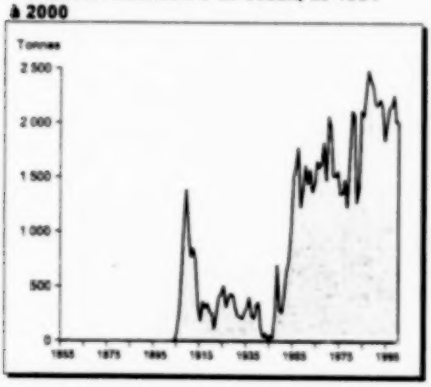


Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.6
Production canadienne de métaux du groupe platine, de 1887 à 2000

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.7
Production canadienne de cobalt, de 1904 à 2000



Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

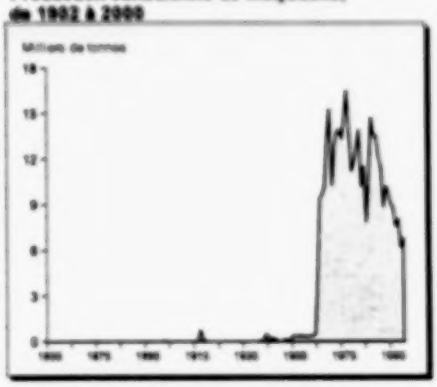
Figure 3.8
Production canadienne de cuivre, de 1848 à 2000

Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.
Remarque : Le Canada a produit 100 000 t de cuivre, de 1848 à 1885 (ce total cumulé ne paraît pas dans le graphique).

Figure 3.9
Production canadienne de zinc, de 1886 à 2000

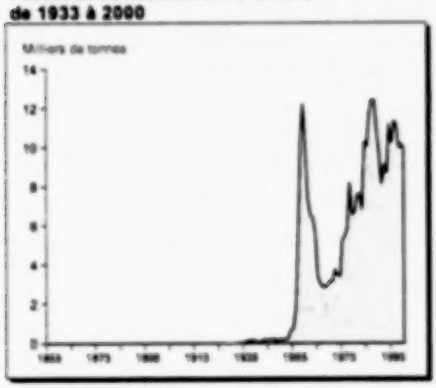
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.10
Production canadienne de molybdène, de 1902 à 2000



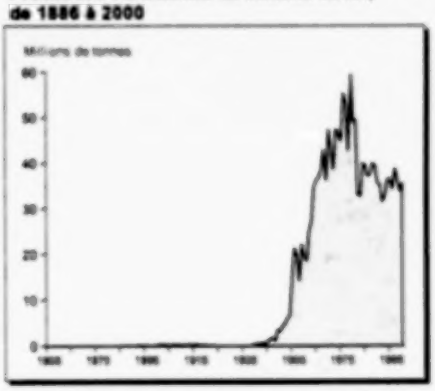
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.11
Production canadienne d'uranium, de 1933 à 2000



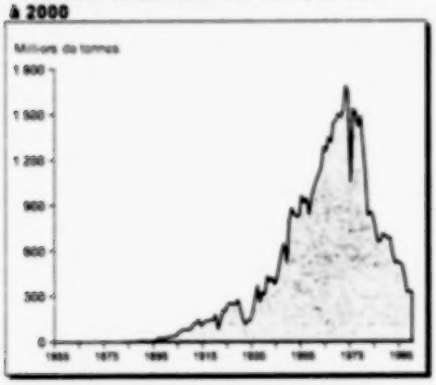
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.12
Production canadienne de minerai de fer, de 1886 à 2000



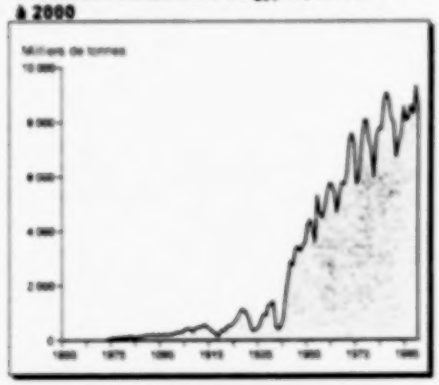
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.
Remarque : Ces données ne comprennent pas les 50 Mt de minerai extraites entre 1893 et 1949, car Terre-Neuve n'était pas une province du Canada dans cette période de temps.

Figure 3.13
Production canadienne d'amiante, de 1880 à 2000



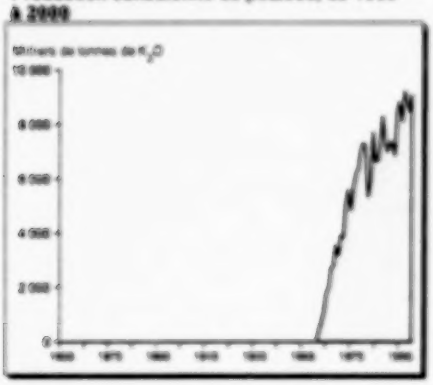
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.14
Production canadienne de gypse, de 1874 à 2000



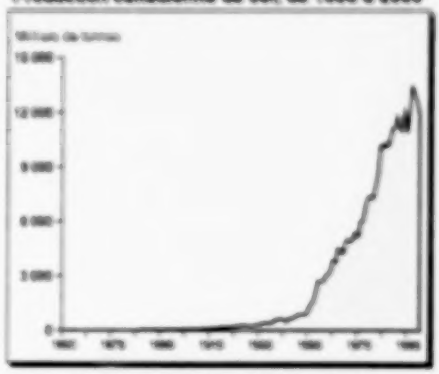
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

Figure 3.15
Production canadienne de potasse, de 1858 à 2000



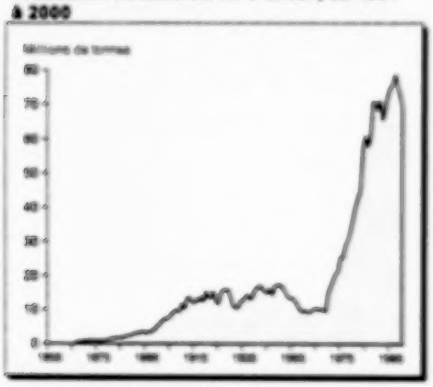
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada
K_2O : oxyde de potassium
Remarque : La production minime d'une mine n'a pas été indiquée en 1958 et 1959.

Figure 3.16
Production canadienne de sel, de 1888 à 2000



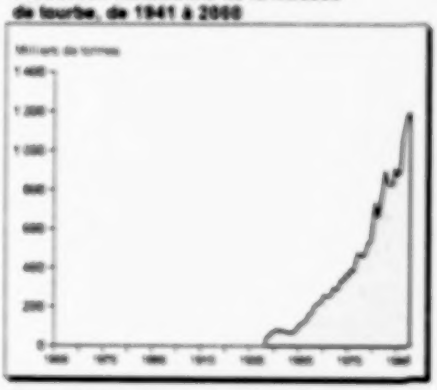
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada

Figure 3.17
Production canadienne de charbon, de 1887 à 2000



Sources: Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.
Remarque : Le Canada a produit un total cumulé de 2,5 Gt de charbon, de 1760 à 1999.

Figure 3.18
Production canadienne de la mousse de tourbe, de 1941 à 2000



Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.
Remarque : Ce graphique n'illustre pas le total cumulé de quelque 40 000 t de toutes produites pour combler les besoins en matières combustibles entre 1900 et 1950.

Manitoba. Par conséquent, la demande de quantités considérables pour la production d'électricité se réduit aux marchés de l'Alberta et de la Saskatchewan. La plupart du charbon et des mines de charbon en exploitation au Canada se trouvent en Alberta et dans l'Est de la Colombie-Britannique. Son expédition sur les marchés étrangers requiert le transport par chemin de fer jusqu'à des ports éloignés (au moins 600 km), ce qui entraîne l'augmentation des coûts d'expédition et limite les possibilités d'exportation.

Bien que les exploitations charbonnières canadiennes soient situées en Saskatchewan, en Alberta et en Colombie-Britannique dans l'Ouest canadien, et en Nouvelle-Écosse (où la production a pris fin à l'automne de 2001) et au Nouveau-Brunswick dans l'Est canadien, la plus grande partie du charbon utilisé dans les centrales thermiques de l'Ontario est importée des États-Unis (de la Pennsylvanie). On attribue ce fait aux frais élevées de transport, à partir des mines canadiennes de charbon qui doivent expédier leur produit sur de longues distances.

Les centrales thermiques de l'Est de l'Ontario achètent de la lignite à faible teneur en soufre de mines à ciel ouvert situées dans le Sud-Est de la Saskatchewan, mais ce charbon doit être transporté par train-bloc à Thunder Bay (Ont.), à 1000 km de là, puis être chargé sur des navires qui font un trajet de 1300 km supplémentaires dans le réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent. En plus des coûts de transport élevés, les conditions

hivernales et la glace ne permettent pas la navigation dans la Voie maritime du Saint-Laurent et certains des Grands Lacs, pendant deux à trois mois chaque année. Les centrales thermiques alimentées au charbon doivent donc accumuler des stocks suffisants qui leur permettent de fonctionner en attendant les livraisons de la saison d'activité maritime suivante, et le capital immobilisé de ces stocks de charbon, en automne et en hiver, entraîne aussi l'augmentation des prix du charbon canadien.

En outre, le charbon de l'Ouest canadien a une teneur en soufre relativement faible (environ 0,5 %), ce qui le rend beaucoup plus acceptable sur le plan environnemental que le charbon à haute teneur en soufre de la Pennsylvanie (environ 3 % de soufre).

La production canadienne de tourbe de sphaigne, qui est surtout utilisée à des fins horticoles, a débuté en 1941 et, depuis lors, elle connaît une croissance soutenue (figure 3.18). En plus de la tourbe de sphaigne, le Canada a produit 40 000 t de tourbe au total pour combler les besoins en matières combustibles entre 1900 et 1955.

4. Dépenses d'exploration au Canada dans le secteur des minéraux non pétroliers

4.1 INTRODUCTION

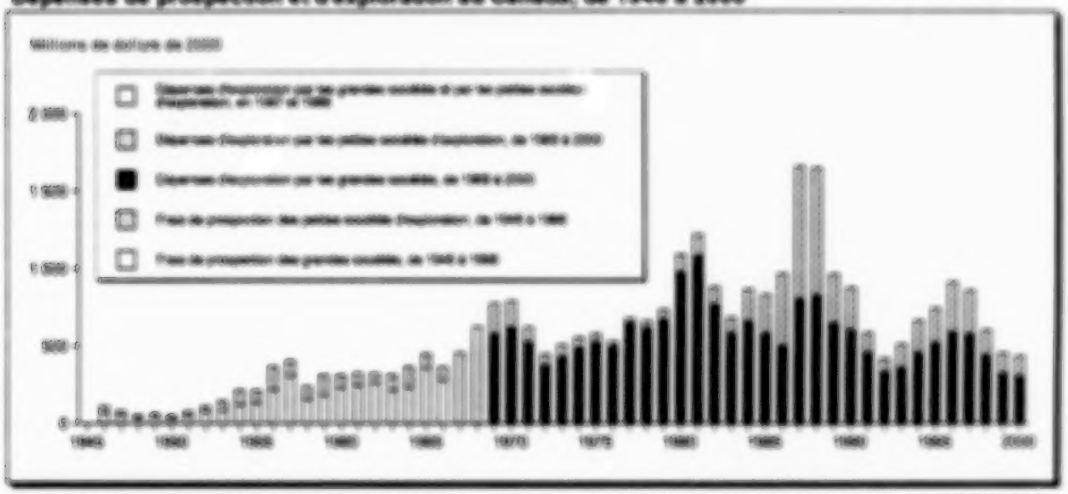
Il n'existe pas de statistiques sur les dépenses d'exploration faites au Canada avant 1946. De 1946 à 1966, le Bureau fédéral de la statistique a recueilli des données sur les dépenses de prospection des exploitants de mines de métaux, lesquelles comprenaient les dépenses de prospection de toutes les entreprises effectuant des travaux d'exploration au Canada. Il n'y avait aucune indication du type d'activités d'exploration que le terme « prospection » englobait, mais il semble que l'interprétation de ce terme par la plupart des entreprises comprenait essentiellement les mêmes activités qui composent « l'exploration minérale » de nos jours. Les producteurs de produits minéraux non métalliques et de charbon n'étaient toutefois pas inclus, car de telles entreprises ne constituaient pas des « exploitants de mines de métaux ». De fait, très peu d'entreprises de ce type, si ce n'est aucune, auraient réalisé des travaux de prospection de métaux à cette époque.

À partir de 1967, une question concernant les dépenses d'exploration a été intégrée au formulaire de l'enquête intitulée *Relevé annuel des dépenses d'exploration, de mise en valeur et d'immobilisations et réparations*, permettant ainsi de recueillir des renseignements sur :

(1) les « travaux matériels et levés » (par la suite, « travaux sur le terrain ») ;
(2) les frais d'acquisition ou de gestion des terres (soit les coûts de jalonnement des claims miniers, de leur enregistrement auprès d'organismes gouvernementaux et de leur renouvellement) ;
(3) les frais administratifs sur le terrain ;
(4) les frais reliés à l'exploration engagés par le siège social.

Les valeurs apparaissant à la figure 4.1 représentent les « dépenses de prospection » pour la période de 1946 à 1966 et les dépenses d'exploration pour la période de 1967 à 2000 (soit toutes les catégories ci-dessus). Avant 1968, les statistiques sur les activités

Figure 4.1
Dépenses de prospection et d'exploration au Canada, de 1946 à 2000



Sources : Ressources naturelles Canada, Statistique Canada.
Remarque : Les dépenses totales d'exploration pour les années allant de 1972 à 1981 ont été surévaluées d'environ 17 % en moyenne, par rapport aux années antérieures et ultérieures. Cette surestimation est attribuable au fait que différentes méthodes de calcul ont été utilisées par Statistique Canada pour ces années.

d'exploration au Canada publiées par Statistique Canada ne comprenaient pas les dépenses des trois dernières catégories susmentionnées. Cependant, l'auteur a ajouté les données correspondant à ces trois catégories aux totaux de la catégorie « travaux matériels et levés » de la période de 1967 à 1979, afin de pouvoir comparer les statistiques de cette période à celles de la période de 1980 à 2000 (Ressources naturelles Canada peut consulter les données apparaissant dans les questionnaires que les entreprises ont retournés à Statistique Canada, car le nom du ministère figurait aussi dans le formulaire).

Les dépenses de prospection pour la période de 1946 à 1966 sont quelque peu sous-évaluées par rapport aux dépenses totales d'exploration pour la période de 1967 à 2000, car les dépenses de prospection ne comprenaient pas les dépenses des entreprises productrices de minéraux industriels, de matériaux de construction et de charbon. De plus, de nombreuses entreprises n'ajoutaient probablement pas les frais reliés à l'exploration engagés par le siège social aux autres dépenses. Toute comparaison avec les dépenses d'exploration ultérieures à 1966 exigerait une majoration de quelque 25 % ou plus des dépenses de prospection, comme l'indique la nette augmentation des dépenses d'exploration à partir de 1968. En outre, les données relatives aux dépenses de 1967 ne sont probablement pas complètes, car ce fut la première année où a été réalisée la nouvelle enquête.

4.2 EFFETS DE LA FLUCTUATION DES PRIX DES MÉTAUX SUR LES TRAVAUX D'EXPLORATION

Bien qu'il n'existe pas de données statistiques sur les dépenses d'exploration effectuées au Canada dans les années 1930, l'augmentation du prix de l'or, lequel a atteint 35 $US/oz troy en 1934, a entraîné d'importantes activités d'exploration d'or au pays. Dans les années 1930, à la suite de la Crise de 1929, les prix des métaux communs étaient si bas que l'incitation à l'exploration de ceux-ci était quasi inexistante. La production des principaux métaux communs exploités au Canada – le nickel, le cuivre, le zinc et le plomb – a augmenté au début de la guerre, en 1939. Elle a ensuite fléchi dans les années suivant 1943 ou 1944, car les stocks de métaux, conjugués aux taux de production de l'époque, étaient plus que suffisants pour combler les besoins prévisibles dans un avenir immédiat. De plus en plus de soldats devaient se rendre en Europe, et les besoins prioritaires en main d'oeuvre sont passés du secteur minier au secteur militaire.

Pendant la guerre, on a laissé les réserves de minerai des mines canadiennes diminuer. À la fin de la guerre, les prix des métaux communs étaient bas. La demande de la plupart des métaux n'a pas amorcé une remontée avant la fin de 1947 ou le début de 1948. Quand l'exploration minérale canadienne a repris en 1945, elle était axée sur la découverte de l'or et ce, jusqu'au début des années 1950.

Le Canada connaissait alors une période d'inflation accélérée. Le prix de l'or, fixé en 1934 à 35 $US/oz troy ou 35 $CAN/oz troy, car les deux monnaies étaient de valeur égale dans les années 1930, avait chuté à 19,46 $CAN/oz (en dollars canadiens constants de 1934, après rajustement en fonction de l'inflation). Par conséquent, l'exploration à la recherche de l'or au Canada avait alors connu un rapide déclin.

En 1940, on comptait quelque 140 mines d'or en production au Canada. L'exploitation de l'or constituait souvent la seule activité économique importante de certaines collectivités. Le fléchissement effectif du prix de l'or, occasionné par l'effet combiné du prix fixe du métal et de l'inflation accélérée, a eu tôt fait de mettre en péril l'existence de bon nombre de ces collectivités et l'emploi continu de leurs habitants. Pour régler ces problèmes, le gouvernement a adopté, en 1948, la *Loi d'urgence sur l'aide à l'exploitation des mines d'or*. Selon le coût de production de l'once d'or de chaque mine, cette loi accordait aux entreprises une aide gouvernementale pouvant atteindre 10,27 $CAN/oz troy, à la condition que la production d'or des mines en question soit vendue exclusivement au gouvernement du Canada. On a alors assisté à la fermeture échelonnée sur une longue période d'un bon nombre de mines d'or toujours en exploitation (le fait de puiser dans les réserves de minerai accumulées a permis d'éviter une série de fermetures bâclées de mines). La Loi a finalement été abrogée en 1976, étant donné que les États-Unis avaient décidé de ne plus vendre l'or au prix fixe de 35 $US/oz et de laisser ce dernier fluctuer, et que le prix était suffisamment élevé pour que l'aide gouvernementale ne s'avère plus nécessaire. Lorsque le prix de l'or a amorcé une hausse rapide, en 1979, il ne restait que 15 mines productrices d'or au Canada, en ne tenant pas compte des mines de métaux communs où l'or est récupéré comme sous-produit. De ce nombre, seules trois mines n'avaient pas obtenu l'aide gouvernementale conférée par la Loi.

De façon générale, les dépenses d'exploration ont diminué jusqu'en 1950, lorsque la guerre de Corée a entraîné une augmentation de la demande et des prix des métaux essentiels aux efforts de guerre, entre autres le nickel, le cuivre, le molybdène, le niobium, le tungstène et le cobalt.

De 1950 à 1957, les prix de nombreux métaux et les dépenses d'exploration au Canada ont connu une rapide croissance. L'exploration à la recherche de l'or n'avait que peu d'intérêt, car son prix n'était alors que de 15,07 $CAN/oz troy (en dollars constants de 1934). En 1957, les prix de prestige offerts pour le nickel, depuis le début de la guerre de Corée, n'ont

plus eu leur raison d'être, et le prix du métal a chuté. Le prix du cuivre a subi une baisse marquée en 1957-1958. Celui du zinc avait connu un fléchissement de 1952 à 1954, et il était encore faible en 1957-1958. Les prix du plomb et du cobalt ont fléchi après 1956 et celui de l'uranium a chuté, car les États-Unis, à cette époque, avaient déjà conclu des contrats d'achat qui assuraient l'approvisionnement à long terme de leur programme d'armement nucléaire. La technologie des centrales nucléaires en était à ses balbutiements et ses besoins en uranium étaient minimes. Les prix de l'argent et du molybdène étaient encore intéressants, mais la production combinée de ces deux métaux ne constituait alors que 3 % de la valeur de la production minérale canadienne. Quelques mines canadiennes de métaux communs ont fermé, alors que d'autres ont réduit leur production. Les dépenses de prospection, qui avaient atteint un sommet de 330 millions de dollars en 1957 (en dollars constants de 2000) [figure 4.1], ont chuté à seulement 194 millions de dollars en 1958 (en dollars constants de 2000). Malgré ce fait, les dépenses de prospection au Canada en 1958 représentaient tout de même la troisième plus importante valeur historique. L'exploration a repris en 1959, et les dépenses de prospections ont atteint un nouveau sommet en 1965. De nombreux autres corps minéralisés de métaux communs ont été découverts au Canada, dans les années 1950 et 1960.

Les dépenses d'exploration de 1967 – la première année de la nouvelle enquête – semblent sous-évaluées, possiblement parce que le questionnaire n'avait pas été expédié à toutes les entreprises qui effectuaient des travaux d'exploration minérale au Canada cette année-là. D'autre part, nous ne pouvons expliquer les valeurs très élevées des dépenses d'exploration de 1968 à 1971.

Les dépenses d'exploration ont fléchi en 1972, pour ensuite croître jusqu'en 1974 et par après. Dans les années 1970, plusieurs des plus grandes sociétés pétrolières du globe décidèrent de prendre part aux activités d'exploitation des mines de métaux et ne tardèrent pas à dépenser d'importantes sommes pour l'exploration de minéraux non pétroliers. L'accroissement des dépenses d'exploration de cuivre, de zinc, d'uranium et de charbon au Canada, dans les années 1970, est attribuable à la hausse des prix de ces produits minéraux et aux dépenses d'exploration de métaux réalisées par les sociétés pétrolières.

Les prix de l'or et de l'argent et, dans une moindre mesure, ceux du cuivre ont augmenté rapidement en 1979. Le prix de l'or a atteint un sommet le 21 janvier 1980, soit 850 $US/oz troy (1646 $US/oz en dollars constants de 2000). En comparaison du prix au début de 1978, le prix de l'argent a décuplé; toutefois, par rapport à celui de 1971, il s'est multiplié par un facteur de plus de 30. Puis, il a atteint un sommet de 48 $US/oz (93 $US/oz en dollars constants de 2000), le 21 janvier 1980, lorsque les frères Hunt des États-Unis ont essayé, sans succès, de s'accaparer le marché de l'argent.

Les dépenses d'exploration ont culminé en 1981, pour ensuite fléchir jusqu'en 1983, par suite de la chute rapide des prix de l'or et de l'argent. Les prix de la plupart des métaux communs ont aussi baissé, en raison d'un important ralentissement économique à l'échelle mondiale amorcé en 1982.

De 1983 à 1988, on a intégré un incitatif fiscal au régime fiscal canadien. Cet incitatif – la « déduction d'épuisement pour exploration minière » (MEDA) – correspondait à un montant déductible aux fins de l'impôt fédéral sur le revenu, ce qui représentait une mesure intéressante au chapitre du financement des sociétés d'exploration par l'entremise des « actions accréditives ». Une société n'ayant pas de revenu imposable pouvait attribuer une déduction correspondant à 133 1/3 % des dépenses d'exploration admissibles aux contribuables ayant acquis des actions accréditives. Ce programme a atteint un sommet en 1987 et 1988, lorsque des sommes jusqu'alors inconcevables ont été réunies pour effectuer des travaux d'exploration minérale et que l'on a établi de nouveaux records en matière de dépenses d'exploration. Selon plusieurs intervenants de l'industrie, une bonne partie de ce financement par actions accréditives n'a pas été utilisée efficacement et n'a pas entraîné de découvertes avantageuses.

Le ralentissement des activités d'exploration observé après 1988 s'explique, en partie, par le fait que les mesures fiscales ayant trait aux actions accréditives ne s'avéraient plus aussi intéressantes, mais aussi par les graves conditions de récession, à l'échelle mondiale, qui ont entraîné une baisse des prix des métaux. En 1992, les dépenses d'exploration ont enregistré leur niveau le plus bas, soit 385 millions de dollars, puis elles ont augmenté jusqu'à 895 millions de dollars en 1996. Elles ont ensuite fléchi régulièrement et totalisaient 820 millions de dollars en 1997, 656 millions en 1998, 504 millions en 1999, 497 millions en 2000 et 491 millions de dollars (valeur provisoire) en 2001.

4.3 DISCUSSION

Les données sur les dépenses d'exploration minérale du Canada, recueillies sur une période de 56 ans, indiquent que les niveaux de dépenses sont sujets à suivre un mouvement « de flux et de reflux », avec une tendance générale à la hausse [il s'agit d'une situation attribuable, en partie, aux fluctuations du cycle économique et, encore plus, à d'autres éléments]. Les changements subis par la conjoncture économique mondiale ont des répercussions sur la demande et les prix des métaux, mais les fluctuations de l'offre, de la demande et des prix des métaux ne surviennent pas de la même manière pour tous les métaux.

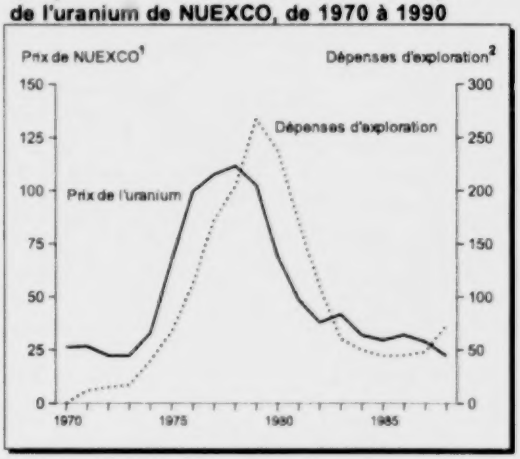
Lorsque les prix du marché des métaux produits par une société minière sont à la baisse, les profits de l'entreprise ont tendance à faire de même. Puisque la découverte de nouveaux corps minéralisés n'est pas essentielle à la survie immédiate de l'entreprise, de nombreuses sociétés ont tendance à réduire leurs dépenses d'exploration minérale lorsque les prix sont bas. Une importante partie des dépenses d'exploration au Canada sont faites par les petites entreprises (figure 4.1) qui exécutent des travaux d'exploration minérale mais qui ne possèdent pas encore de gisement en exploitation. Le financement des activités d'exploration minérale des petites entreprises (sociétés d'exploration ou sociétés juniors) dépend des ventes des actions de société. Quand les prix des métaux sont bas, les actions se vendent moins bien et les dépenses d'exploration des sociétés d'exploration déclinent. Au cours des années 1970, la Bourse de Toronto a resserré ses conditions d'admission à la cote, ce qui a empêché de nombreuses sociétés d'exploration de négocier leurs actions sur ce parquet et a compliqué l'obtention de fonds, du moins jusqu'à ce que la Bourse de Vancouver (qui a récemment fusionné avec l'Alberta Stock Exchange pour former le Canadian Venture Exchange) devienne une importante source de financement pour les petites entreprises.

Le secteur de l'exploration au Canada a connu de nombreuses périodes de dépression, soit de 1947 à 1949, en 1958, en 1973, en 1983, en 1992 et à nouveau, à la fin du XX^{e} siècle. Exception faite peut-être de la période de 1947 à 1949, chaque période de faibles dépenses correspond à une période de dépression du cycle économique mondial.

À part les raisons de nature financière susmentionnées, la faiblesse des prix ne constitue pas une raison logique d'interrompre les travaux d'exploration à la recherche de métaux, car de nombreuses années peuvent s'écouler entre le stade d'exploration et l'exploitation éventuelle des corps minéralisés découverts. Les répercussions des prix actuels des métaux sur la rentabilité des futures mines, lors de leur mise en exploitation, seront probablement minimes.

Les sociétés ou les investisseurs qui possèdent des compétences spécialisées en matière de prévisions de la demande et des prix du marché sont peu nombreux. Bon nombre de sociétés ont tendance à entreprendre des travaux d'exploration de certains produits minéraux seulement quand leurs prix sont en hausse, et de les interrompre quand les prix baissent. L'uranium s'avère un bon exemple. Une hausse prononcée du prix de l'uranium, à la fin des années 1970, a entraîné un accroissement rapide des activités d'exploration d'uranium. Le fléchissement subséquent des prix a été suivi d'une baisse d'intérêt presque immédiate au chapitre de l'exploration (figure 4.2). Ces activités d'exploration par à-coups sont inefficaces. L'expertise en exploration d'uranium

Figure 4.2
Comparaison entre les dépenses d'exploration d'uranium au Canada et le prix de l'uranium de NUEXCO, de 1970 à 1990



Sources : Ressources naturelles Canada; Nuclear Exchange Corporation (NUEXCO).
[1] Exprimé en dollars de 2000 la livre d'octoxyde de triuranium.
[2] Exprimées en millions de dollars de 2000.

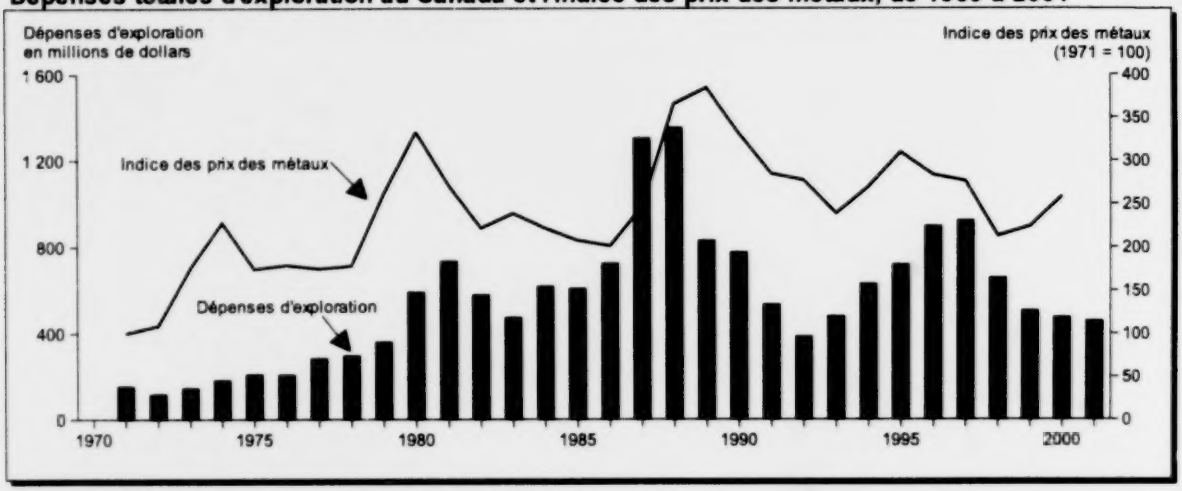
que le Canada avait acquise à la fin des années 1940 et au cours des années 1950 avait été, en grande partie, perdue par la suite lorsque la majorité des travailleurs de l'industrie de l'uranium durent quitter le secteur à cause de l'offre excédentaire sur le marché d'uranium. À la fin des années 1970, comme il y avait eu très peu d'activités d'exploration d'uranium au cours des 20 années précédentes, la plupart des géologues canadiens participant à de tels programmes d'exploration étaient des débutants et, de plus, beaucoup d'entre eux ont quitté le domaine avant d'avoir acquis les connaissances spécialisées nécessaires. Un grand nombre de projets d'exploration d'uranium ont été interrompus prématurément, ce qui signifie que des données susceptibles d'entraîner de nouvelles découvertes n'ont jamais été l'objet d'un suivi approprié. Par conséquent, une bonne partie des sommes importantes consacrées à l'exploration d'uranium de 1975 à 1985 n'ont probablement pas été utilisées aussi efficacement qu'elles auraient pu l'être.

Bien que la tâche ne soit pas aisée, les prévisions de l'offre, de la demande et des prix des produits minéraux peuvent être établies avec succès, du moins dans la plupart des cas, comme le démontrent les résultats obtenus par les prévisionnistes au sein de certaines grandes multinationales minières. Des prévisions de la demande et des prix accessibles et de qualité pourraient faciliter la prise de décisions éclairée visant à établir quels minéraux doivent être l'objet de travaux d'exploration. Cependant, il s'écoule habituellement un certain nombre d'années

entre le début d'un programme d'exploration et la découverte de gisements et, de plus, au Canada, une fois le corps minéralisé découvert, la mise en exploitation de celui-ci peut demander, en moyenne, six ou sept années supplémentaires. La personne qui pourrait établir des prévisions réalistes de l'offre, de la demande et des prix sur une période aussi longue que 10 à 15 ans serait vraiment un prévisionniste hors pair.

Il semble exister une certaine corrélation entre les prix des principaux métaux produits au Canada et les dépenses d'exploration annuelles, mais cette corrélation n'est pas particulièrement élevée (figure 4.3).

Figure 4.3
Dépenses totales d'exploration au Canada et l'indice des prix des métaux, de 1969 à 2001



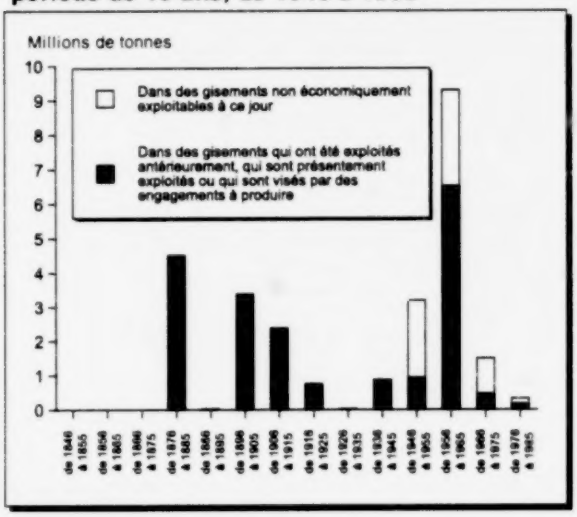
Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.

5. Fluctuation des quantités de minerais découverts au Canada et des coûts connexes

Dans les années 1970 et 1980, ainsi qu'au début des années 1990, plusieurs analyses du taux de réussite des travaux d'exploration minérale exécutés au Canada ont été faites par le ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources naturelles (maintenant Ressources naturelles Canada) [Cranstone et Martin, 1973; Cranstone, 1980; Cranstone, 1982; Cranstone et Whillans, 1987; Cranstone, 1988; Cranstone, Lemieux et Vallée, 1993]. Certains des résultats obtenus à la suite de ces recherches seront abordés ci-après.

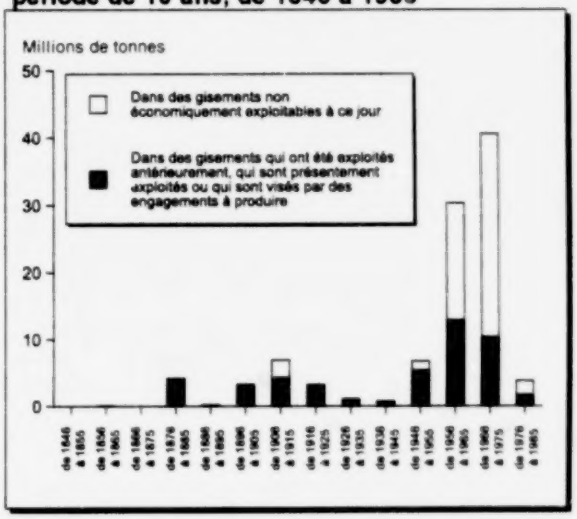
En vue d'une conférence qui s'est tenue en 1987 et dont la version écrite n'a pas été publiée, l'auteur a produit des graphiques indiquant le tonnage des gisements de nickel (figure 5.1), de cuivre (figure 5.2), de zinc (figure 5.3), de plomb (figure 5.4), de molybdène (figure 5.5), d'argent (figure 5.6) et d'or (figure 5.7) découverts au Canada, par intervalle de dix ans, sur une période de 140 ans s'échelonnant de 1846 (année où l'on découvrait le premier corps minéralisé en métaux non ferreux au Canada) à 1985. Ces graphiques n'ont pas encore été mis à jour de sorte à ce qu'ils renferment les données relatives aux découvertes faites au cours des dix années suivantes, soit de 1986 à 1995. De plus, ils n'ont pas été rajustés en fonction du tonnage des gisements métallifères, lequel était indiqué dans les graphiques de 1987, dans la catégorie des gisements qui n'étaient pas économiquement exploitables, à l'époque, mais qui ont été mis en exploitation ultérieurement. Dans les graphiques actualisés, ces tonnages devraient être indiqués dans la catégorie des gisements exploités, car ces derniers représentent des réserves de minerai et la production antérieure des mines qui ont été ou qui sont présentement exploitées.

Figure 5.1
Découvertes de nickel au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985



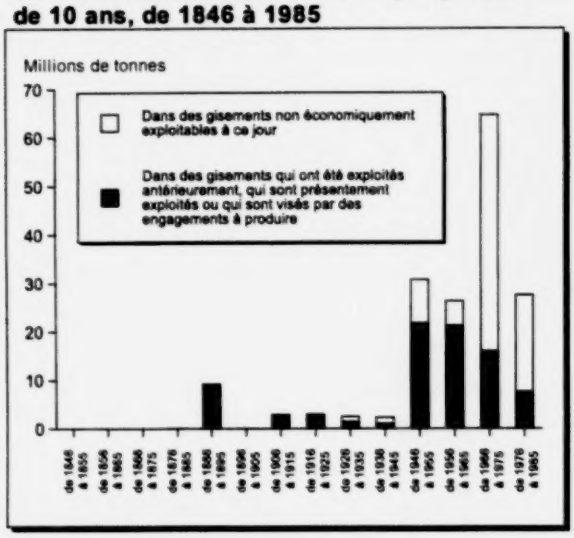
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.2
Découvertes de cuivre au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985



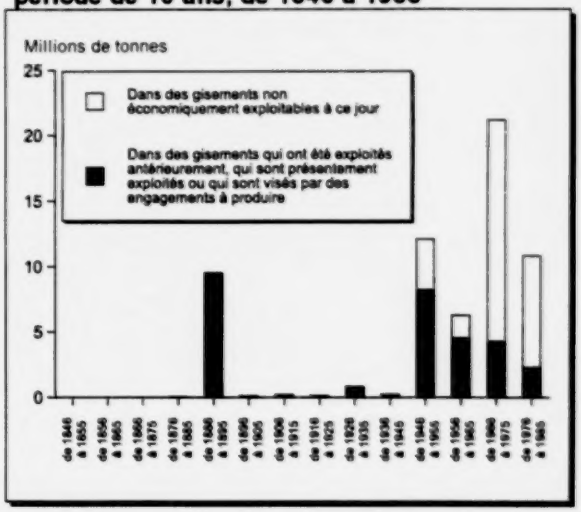
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.3
Découvertes de zinc au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985



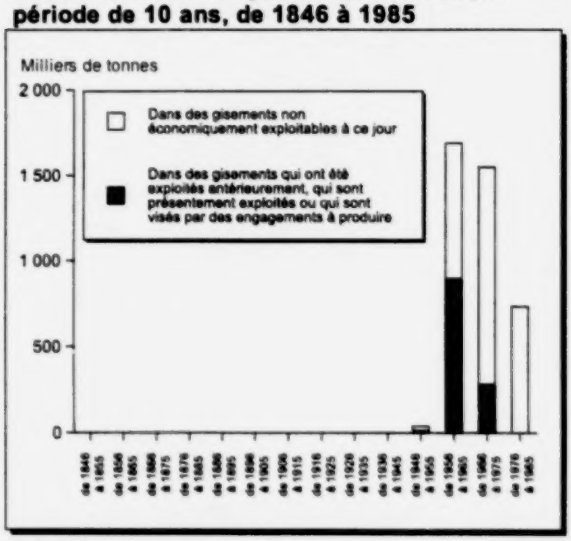
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.4
Découvertes de plomb au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985



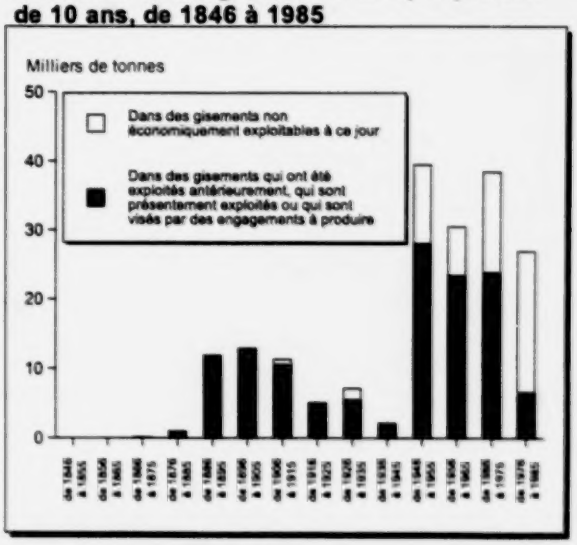
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.5
Découvertes de molybdène au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985



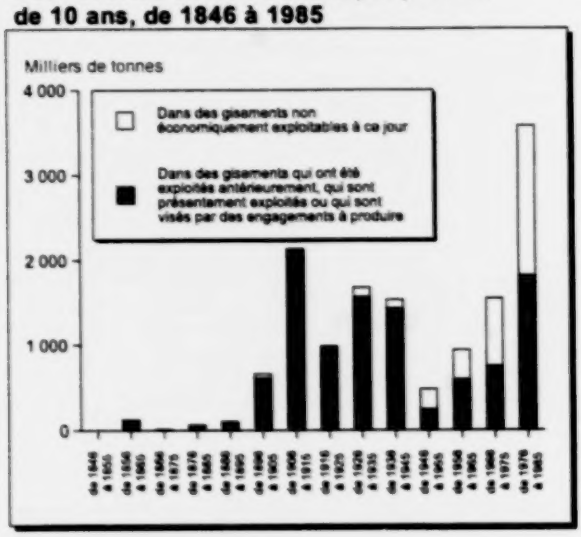
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.6
Découvertes d'argent au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985



Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.7
Découvertes d'or au Canada par période de 10 ans, de 1846 à 1985



Source : Ressources naturelles Canada.

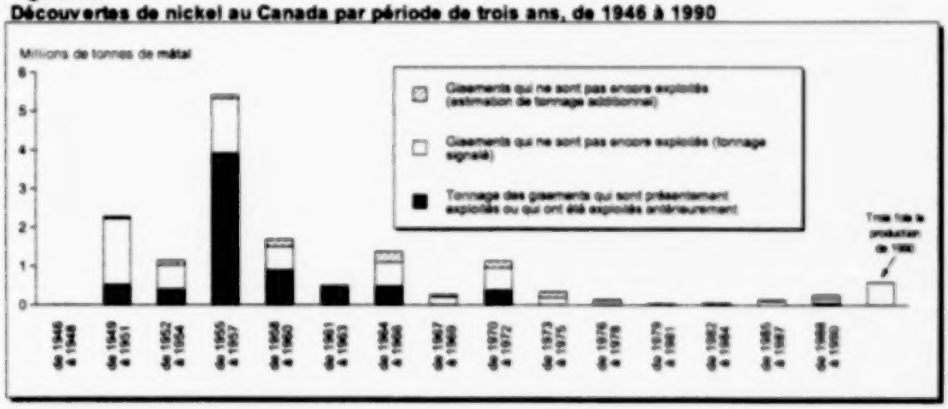
La plus récente analyse des quantités de minerais découverts au Canada et des coûts connexes, qui a été effectuée par Donald Cranstone, André Lemieux et Marcel Vallée de Ressources naturelles Canada (Cranstone, Lemieux et Vallée, 1993), était basée sur des données recueillies sur une période de 45 ans, soit de 1946 à 1990 inclusivement. On a choisi 1946 comme point de départ de l'analyse des découvertes, car il s'agit de la première année où l'on a rassemblé des statistiques sur les dépenses d'exploration canadiennes. Lors de cette analyse, on a subdivisé la période comprise entre 1946 et 1990 en 15 intervalles de trois ans. En outre, on n'a pas tenu compte des données sur le minerai de fer, car la mise en valeur des nouvelles mines ferrifères ne se rapporte généralement pas aux découvertes de nouveaux gisements mais aux nouvelles possibilités de mise en marché. Par ailleurs, les résultats de cette étude auraient été considérablement faussés si l'on avait inclus les tonnages élevés des gisements ferrifères connus au Canada (Énergie, Mines et Ressources Canada indique, dans les données de 1977, que ces gisements renfermaient quelque 45 000 Mt de fer dans du minerai brut) et si l'on avait évalué ces tonnages selon les prix nominaux du minerai de fer.

Les figures 5.8 à 5.15 représentent les tonnages reliés à tous les principaux métaux (sauf le minerai de fer) découverts au Canada, par tranche de trois ans, sur une période de 45 ans s'échelonnant de 1946 à 1990. La figure 5.16 illustre la « valeur » des métaux découverts au Canada, par intervalle de trois ans. Afin de rassembler ces données, on a utilisé le prix des métaux pour additionner le tonnage des différents métaux découverts, à tous les trois ans, sur une période de 45 ans. La partie noire de chaque colonne indique la « valeur » des quantités totales de métaux découverts dans des gisements où les mines ont été exploitées et où les mines ont ensuite fermé, dans des mines qui sont présentement exploitées ou dans des gisements qui sont visés par des engagements à produire (c'est-à-dire que les résultats de l'étude de faisabilité sont positifs, que les dispositions financières ont été prises et que l'on a amorcé l'aménagement d'une mine). La partie noire des colonnes comprend également les quantités de métaux que l'on prévoit extraire des prolongements de ces gisements. La partie blanche de chaque colonne fait ressortir les quantités de métaux renfermées dans les gisements que l'on a découverts mais que l'on n'a pas encore mis en valeur (dans les conditions actuelles, la plupart de ces gisements ne sont pas économiquement exploitables, mais il n'est pas rare que l'on attende un grand nombre d'années avant de les exploiter). La partie quadrillée de chaque colonne indique les quantités de métaux supplémentaires que l'on estime être renfermées dans ces gisements. La partie noire des colonnes correspondant aux plus récentes découvertes faites par tranche de trois ans est relativement plus petite, mais elle ne constitue pas matière à s'inquiéter, car la mise en exploitation de la plupart des gisements peut prendre un certain temps. La partie noire des colonnes devrait s'agrandir et les parties blanche et quadrillée devraient rapetisser, au fur et à mesure que les gisements découverts seront mis en valeur. En fait, un très grand nombre de gisements minéraux découverts ont déjà été mis en valeur, depuis qu'on a dessiné la figure 5.16, il y a neuf ans.

Les quantités de métaux découverts au Canada entre 1946 et 1948, 1949 et 1951, 1958 et 1960, 1982 et 1984, ainsi qu'entre 1985 et 1987, étaient relativement minimes. Les « valeurs » relatives aux métaux découverts entre 1988 et 1990 dépassent les « valeurs » combinées moyennes des 14 périodes de trois ans antérieures; cette situation représente un accroissement considérable par rapport aux périodes de trois ans précédentes, qui s'échelonnent de 1982 à 1984 et de 1985 à 1987.

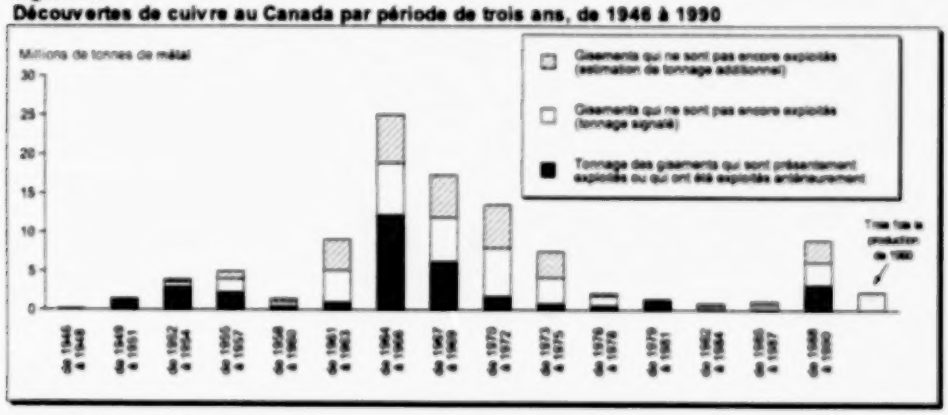
Cependant, au fil des ans, les dépenses annuelles d'exploration minérale ont considérablement augmenté au Canada (figure 5.17). On doit tenir compte de ces dépenses lorsqu'on analyse le taux de réussite des découvertes faites au Canada. Pour ce faire, les valeurs brutes des métaux renfermés dans les gisements découverts au pays, au cours de chaque période de trois ans, ont été divisées par les dépenses d'exploration totales reliées à tous les métaux (hormis les dépenses d'exploration du minerai de fer), lesquelles ont été rajustées en fonction de l'inflation et lesquelles s'échelonnent sur les mêmes tranches de trois ans (figure 5.18). Grâce à cette opération, on a

Figure 5.8
Découvertes de nickel au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



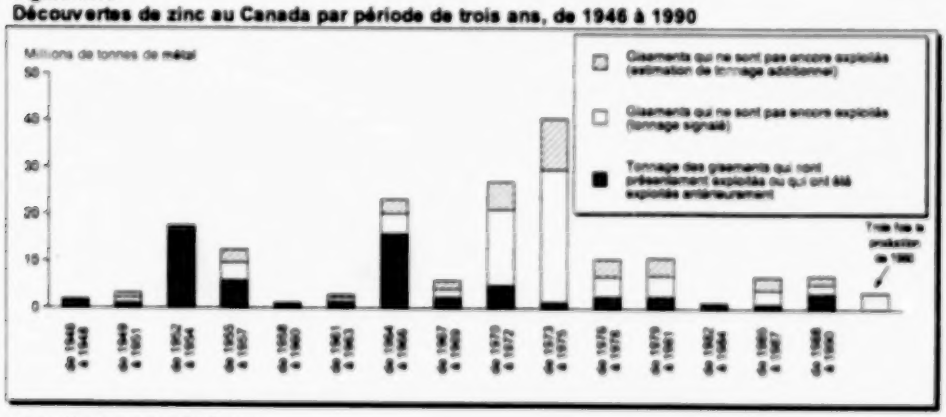
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.9
Découvertes de cuivre au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



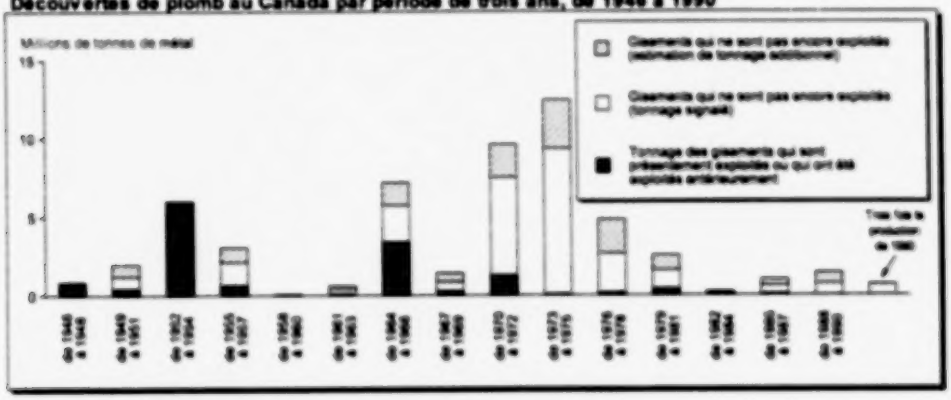
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.10
Découvertes de zinc au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



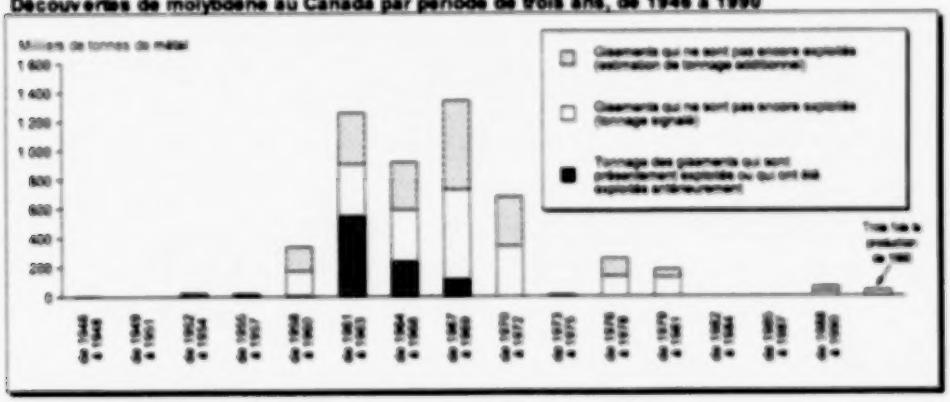
Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.11
Découvertes de plomb au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



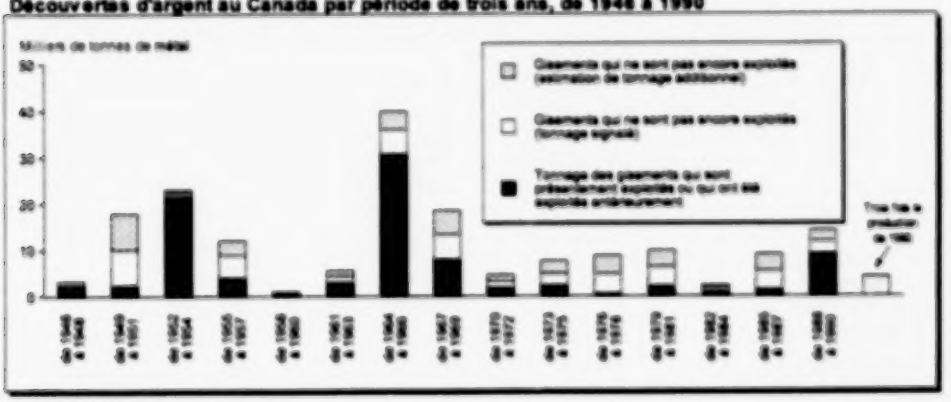
Source : Ressources naturelles Canada

Figure 5.12
Découvertes de molybdène au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



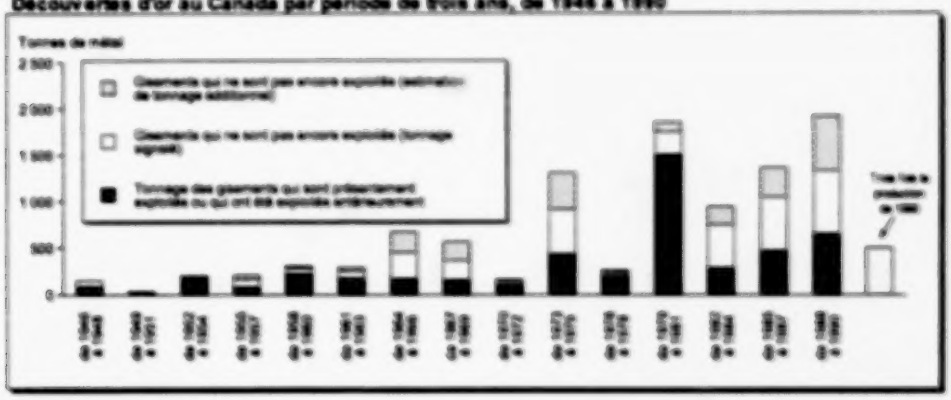
Source : Ressources naturelles Canada

Figure 5.13
Découvertes d'argent au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



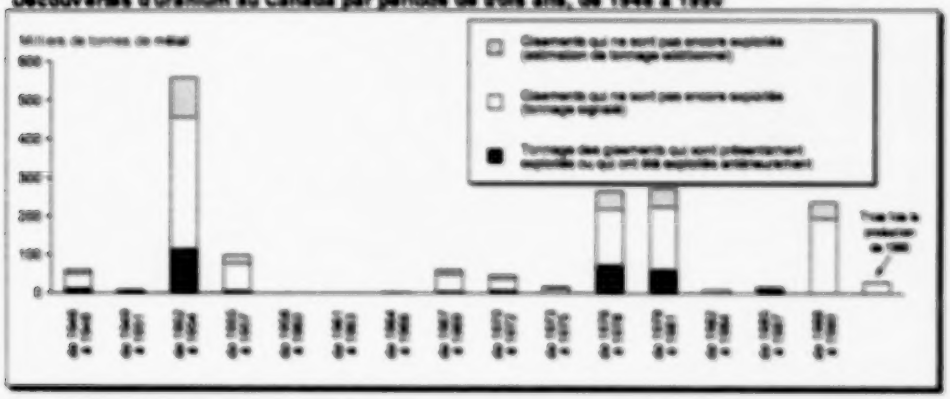
Source : Ressources naturelles Canada

Figure 5.14
Découvertes d'or au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



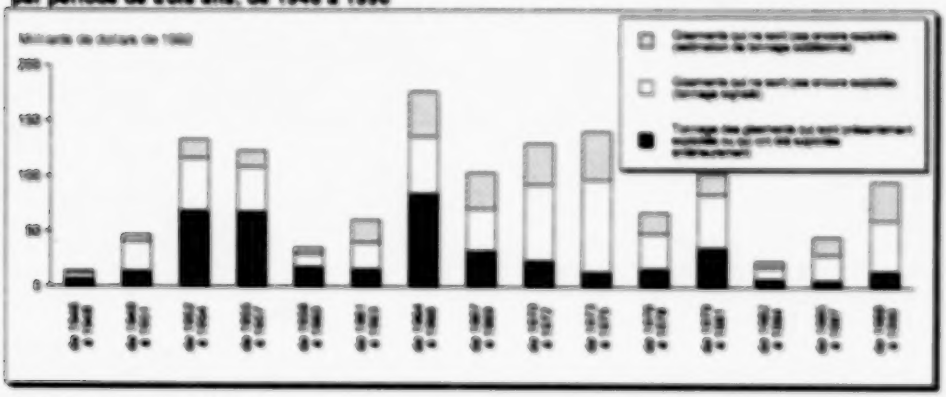
Source : Ressources naturelles Canada

Figure 5.15
Découvertes d'uranium au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990



Source : Ressources naturelles Canada

Figure 5.16
Valeur des métaux découverts au Canada répartie selon les prix moyens de 1987 à 1991 et par période de trois ans, de 1946 à 1990



Source : Ressources naturelles Canada

Figure 5.17
Dépenses d'exploration au Canada par période de trois ans, de 1946 à 1990

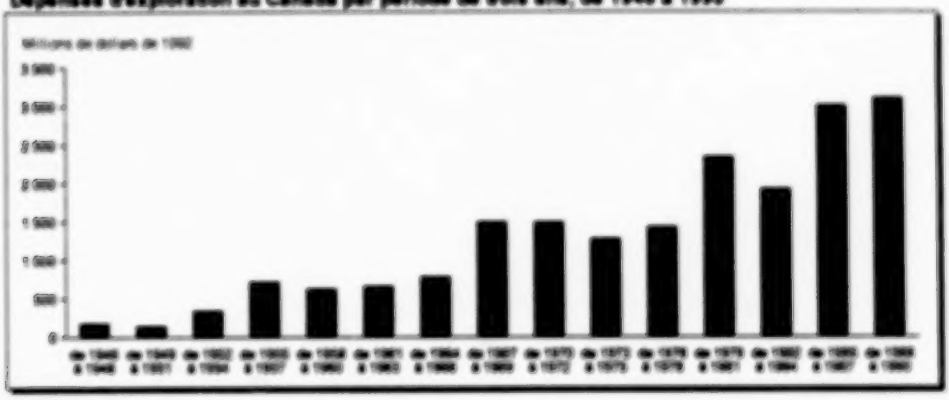
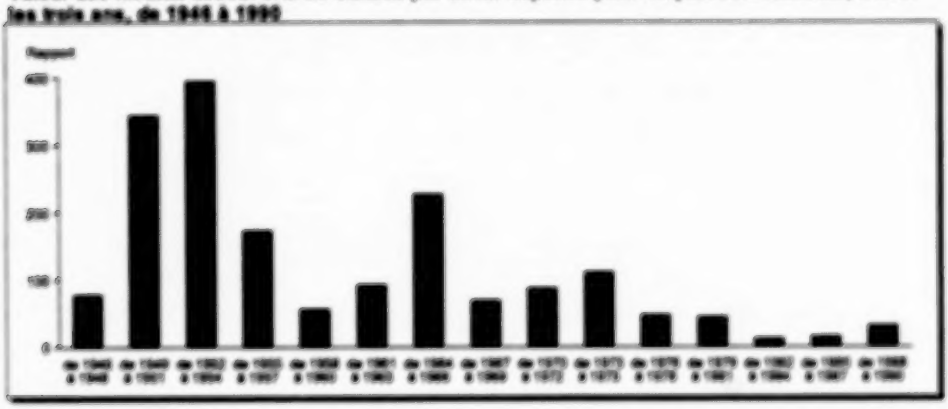


Figure 5.18
Valeur des métaux découverts au Canada par dollar dépensé pour l'exploration minérale, à tous les trois ans, de 1946 à 1990



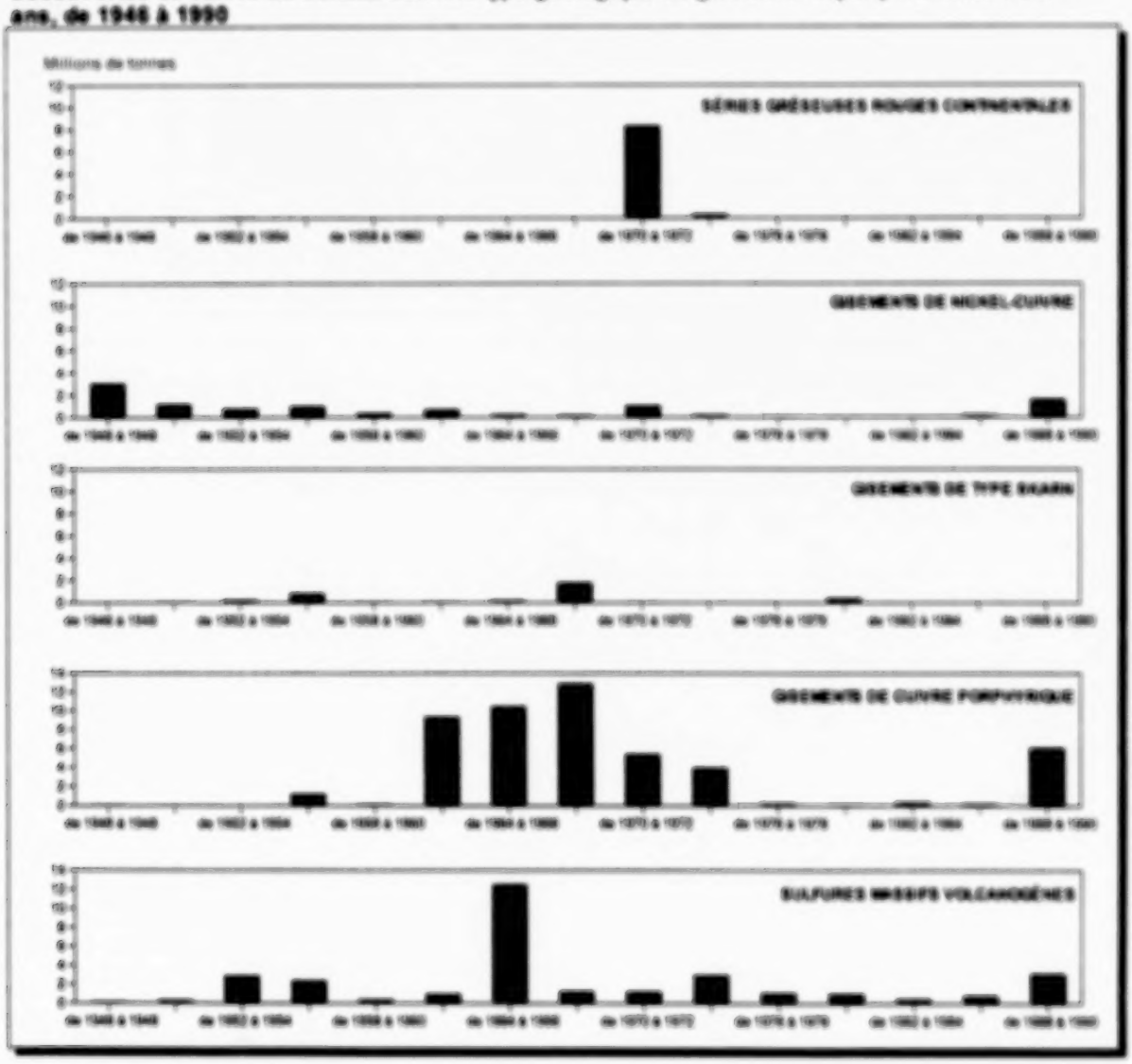
constaté que les coûts reliés à la découverte des gisements (c'est-à-dire la valeur des métaux découverts par dollar dépensé pour l'exploration) étaient exceptionnellement élevés de 1982 à 1984 et de 1985 à 1987. De 1988 à 1990, soit la dernière période de trois ans pour laquelle les découvertes ont été analysées, une nette amélioration a eu lieu. On a néanmoins conclu que les valeurs des métaux doivent encore augmenter considérablement si l'on veut que les résultats des travaux d'exploration soient suffisamment élevés pour assurer l'avenir à long terme de l'industrie canadienne de l'exploitation des mines de métaux.

Le tonnage des gisements de cuivre, de zinc, d'or et d'uranium découverts au Canada, au cours de chaque période de trois ans comprise entre 1946 et 1990, est indiqué par type géologique de gisement aux figures 5.19 à 5.22.

L'analyse des découvertes faites entre 1946 et 1990 n'a pas encore été mise à jour. Il appert que le nombre et le tonnage des gisements de métaux découverts de 1991 à 1993 sont relativement bas. Cependant, cela peut s'expliquer, en partie, par le fait que les dépenses d'exploration (rajustées en fonction de l'inflation) au Canada pendant cette période étaient les moins importantes que l'on ait jamais enregistrées pendant l'une des tranches de trois ans comprises dans la période de 21 ans qui se terminait en décembre 1993.

Le nombre de gisements minéraux découverts entre 1994 et 1996 semble avoir augmenté considérablement. Pendant cette période, on a découvert le gros gisement de nickel-cuivre-cobalt Voisey's Bay, en 1994, [illegible] ès de la côte atlantique du Labrador, et au moins 15 gisements diamantifères prometteurs, à divers endroits aux Territoires du Nord-Ouest. Huit

Figure 5.19
Découvertes de cuivre au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990

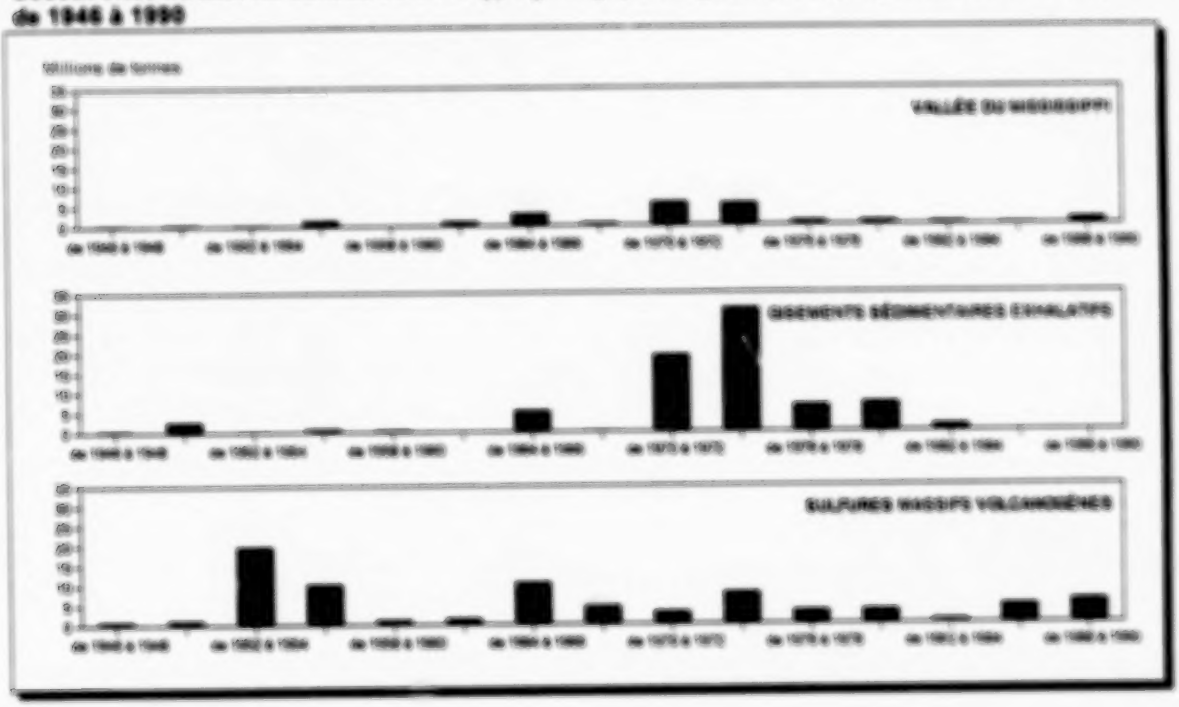


Source : Ressources naturelles Canada

de ces gisements diamantifères se trouvent sur la propriété Ekati, où l'exploitation du premier gisement a débuté en octobre 1998. La propriété Diavik renferme au moins quatre gisements de qualité supérieure en diamants que l'on prévoit mettre en exploitation en 2003.

Parmi les découvertes faites par la suite, citons celle du dyke kimberlitique Snap Lake, qui appartient maintenant à la société De Beers Canada Corporation et qui renfermerait quelque 86 millions de carats (Mct) de diamants pouvant être récupérés et évalués à environ 100 $US/t. On projette d'amorcer la production à ce gisement, aux alentours de 2006. Au début de 2000, De Beers prélevait un échantillon en vrac de 7000 t dans la cheminée kimberlitique Victor, qui gît en Ontario, à 100 km à l'ouest de la baie James. Selon De Beers, le gisement Victor renferme 37 Mt de diamant contenu dans le minerai et ayant une valeur de 100 $ CAN/t. On pourrait éventuellement exploiter deux autres gisements diamantifères que l'on a découverts aux Territoires du Nord-Ouest

Figure 5.20
Découvertes de zinc au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990

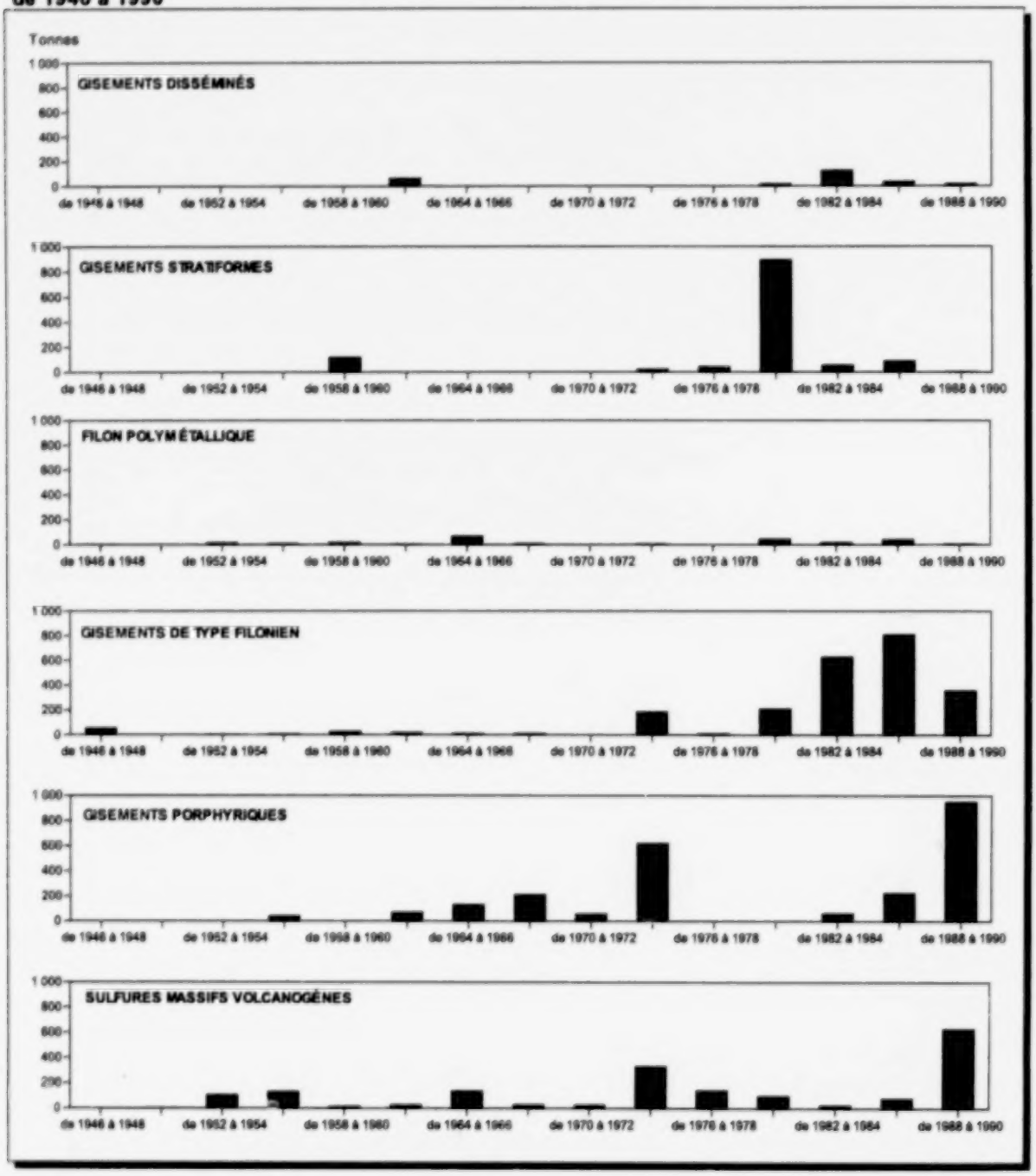


Source : Ressources naturelles Canada

et au Nunavut (un dans chaque territoire), entre 1994 et 1996. Il est toutefois trop tôt pour confirmer leur exploitation, car il faudra peut-être découvrir d'autres occurrences de diamants dans les environs afin d'accroître le tonnage du minerai exploitable. Les gisements diamantifères ne devraient évidemment pas faire partie d'une analyse des gisements métallifères découverts au Canada. Ils constituent néanmoins d'importantes découvertes à propos desquelles il existe des données sur la valeur économique par tonne. Les gisements diamantifères peuvent donc faire partie d'une analyse des découvertes minérales, à condition que l'on tienne également compte des dépenses d'exploration de diamants.

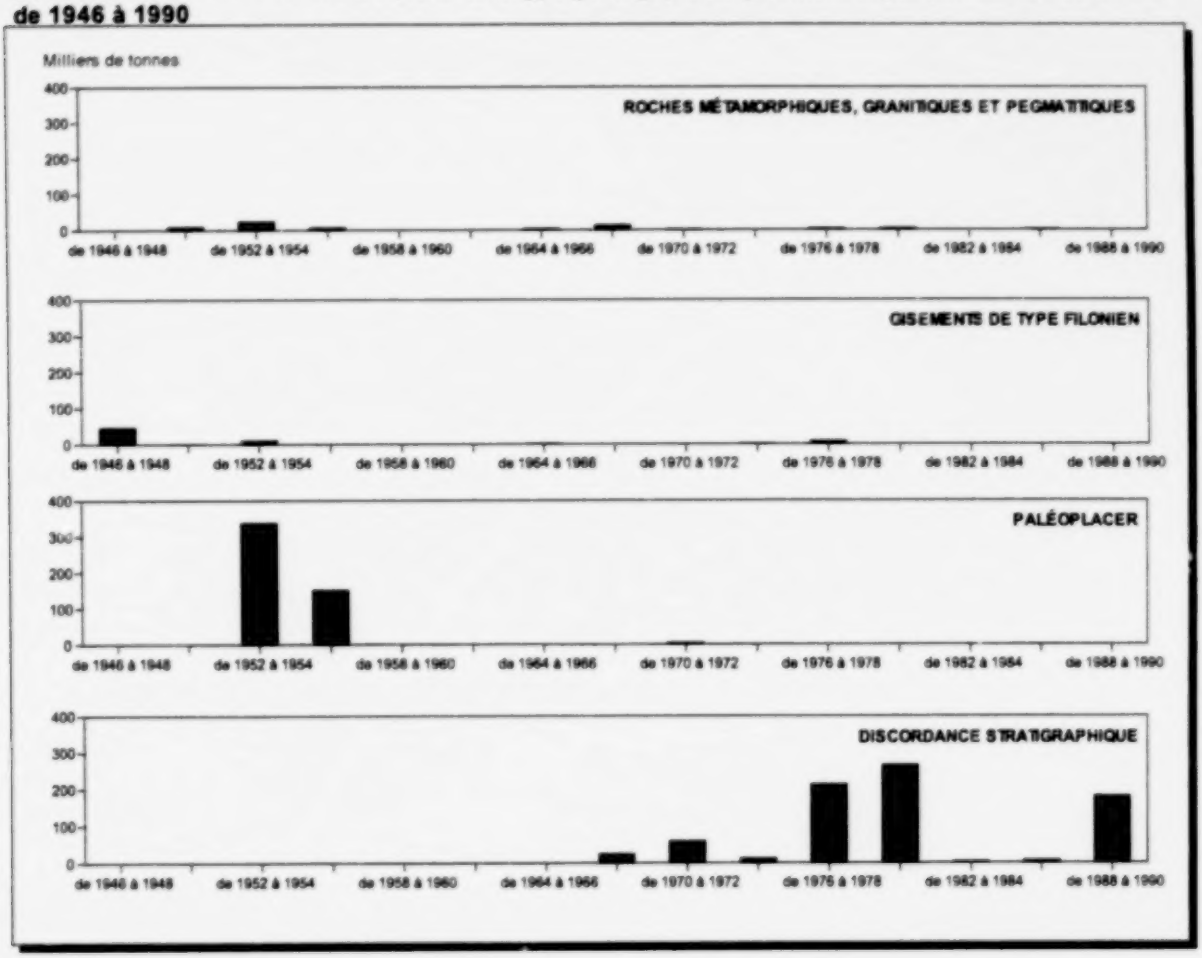
En conclusion, on semble avoir mieux réussi au chapitre des découvertes au Canada, au milieu des années 1990. Au moment de la rédaction du présent document, il était trop tôt pour déterminer adéquatement à quel point les travaux d'exploration effectués au Canada en 1997, en 1998, en 1999 et en 2000 ont porté fruit. On sait toutefois que l'on a découvert au pays un nombre important de gisements renfermant des métaux communs, de l'or ou d'autres produits minéraux.

Figure 5.21
Découvertes d'or au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990



Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 5.22
Découvertes d'uranium au Canada selon le type géologique de gisement et par période de trois ans, de 1946 à 1990



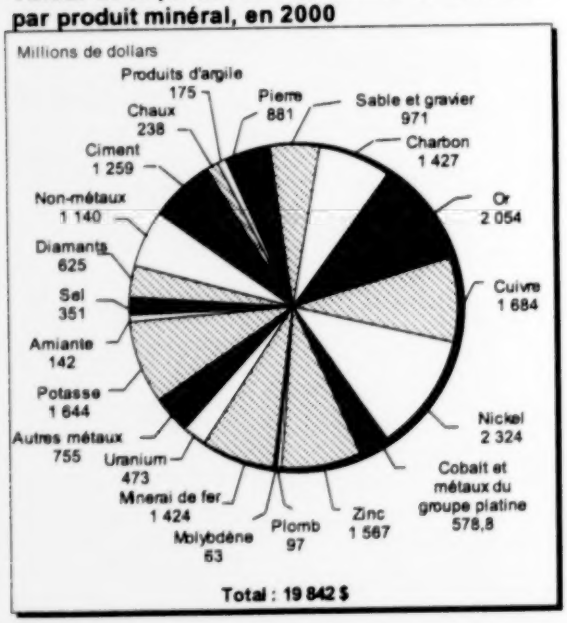
Source : Ressources naturelles Canada.

6. Réserves de minerai et avenir à long terme de la production minérale canadienne

6.1 INTRODUCTION

L'industrie minière produit une vaste gamme de produits minéraux. Au fil des ans, les divers minéraux n'ont pas tous été produits en même quantité au Canada, ce qui se poursuivra sûrement dans l'avenir. La figure 6.1 indique les valeurs de production de tous les minéraux produits au Canada, en 2000. La catégorie des métaux communs comprend en fait tous les métaux non précieux. En général, au Canada, cette catégorie semble inclure le nickel, le cuivre, le zinc, le plomb et peut-être le molybdène. Par conséquent, les métaux communs et leurs divers sous-produits représentent actuellement 40 % de la production totale de produits minéraux au Canada (sauf le pétrole récupéré grâce à l'extraction et au traitement des sables bitumineux de l'Alberta).

Figure 6.1
Valeur de la production des mines au Canada par produit minéral, en 2000



Source : Ressources naturelles Canada.

À l'échelle nationale, la fluctuation des réserves de minerai renfermant un métal donné (ou tout autre produit minéral) n'a pas d'importance en général, pourvu qu'une diminution de la production de certains métaux ou minéraux soit compensée par une augmentation du taux de celle des autres métaux ou minéraux. Cependant, des problèmes régionaux peuvent prendre naissance dans les domaines d'emploi et d'approvisionnement en concentrés des usines de fusion ainsi que dans d'autres domaines du même genre.

6.2 RÉSERVES DE MINERAI MÉTALLIFÈRE DU CANADA

Depuis le 1er janvier 1974, Énergie, Mines et Ressources Canada (maintenant Ressources naturelles Canada) répertorie annuellement les réserves de minerai que renferment les principaux métaux. Le plus récent inventaire des réserves de minerai date du 1er janvier 2000 (Reed, 2001). On répertorie seulement les réserves de minerai exploitable prouvées et probables. L'existence et la teneur en métaux des ressources présumées reposent sur un petit nombre de renseignements. Ces ressources ne sont donc pas répertoriées, car elles ne sont pas assez fiables. Les réserves se composent de tout le minerai que renferment, à une date donnée, les mines en exploitation et les gisements visés par un engagement à produire. Par « engagement à produire », on entend que des résultats positifs ont été obtenus à la suite d'une étude de faisabilité, que tous les permis requis ont été octroyés, que l'équipement nécessaire a été commandé et que des travaux de construction sont en cours. Tous les principaux métaux font l'objet d'une figure illustrant les réserves de minerai annuelles enregistrées entre le 1er janvier 1974 et le 1er janvier 2000. Les autres figures relatives à tous les principaux métaux illustrent le rapport entre les réserves et la production minière annuelle enregistrées à la fin d'une année comprise entre 1973 et 1999.

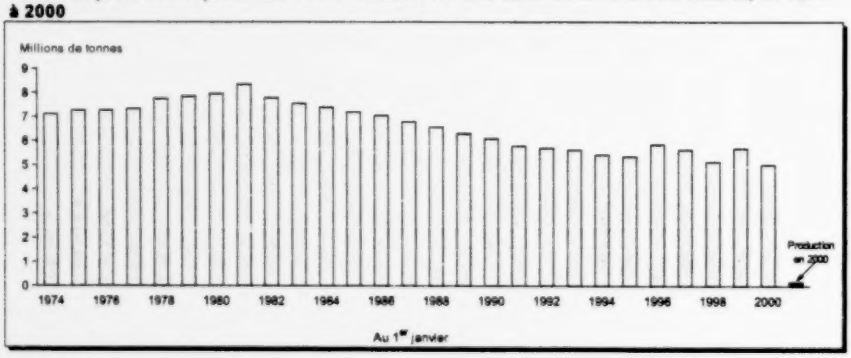
Nickel

Au Canada, les réserves de minerai nickélifère (figure 6.2) ont diminué de plus de un tiers, entre

1981 et 1994. Pendant un grand nombre d'années, le taux de production de nickel et, par le fait même, les réserves de nickel augmentaient au Canada. Par la suite, le taux de production a commencé à chuter au fur et à mesure que le Canada perdait sa part du marché du nickel. Vers 1980, le rapport entre les réserves de nickel canadiennes et le taux de production de ce métal (figure 6.3) dépassait celui de 45 à 1, rapport de beaucoup supérieur à celui des autres métaux et trop élevé pour que l'industrie du nickel continue à le maintenir. On semble avoir délibérément laissé les réserves de nickel s'appauvrir afin que le rapport entre celles-ci et le taux de production atteigne un niveau plus réaliste tournant autour de 28 à 1. Le 1er janvier 1996, les réserves de nickel ont augmenté d'environ 500 000 t, ce qui est en majeure partie attribuable au nickel de la mine de nickel-cuivre Raglan, dans la ceinture nickélifère de Cape Smith-Wakeham Bay, qui se trouve dans la région d'Ungava, dans le Nord du Québec. Les divers gisements et occurrences de nickel connus dans cette région ont été découverts dans les années 1950 et 1960, mais on décida de mettre l'un d'entre eux en exploitation seulement en 1995. Lorsque Inco Limitée donnera son feu vert à l'exploitation du gisement de nickel Voisey's Bay, qui a été découvert au Labrador en 1994, les réserves de nickel du Canada pourraient croître d'une quantité allant jusqu'à 50 %, selon la quantité de nickel connu que la société ajoutera à ses réserves prouvées et probables. À titre individuel, Inco Limitée et Falconbridge Limitée – les deux plus importants producteurs de nickel au Canada – ont récemment découvert plusieurs gisements de nickel-cuivre en profondeur, à Sudbury (Ont.), sans compter qu'elles possédaient déjà d'autres gisements connus de nickel prometteurs et inexploités dans cette région. Les réserves de nickel du Canada se maintiendront donc probablement pendant 10 ou 20 ans au moins.

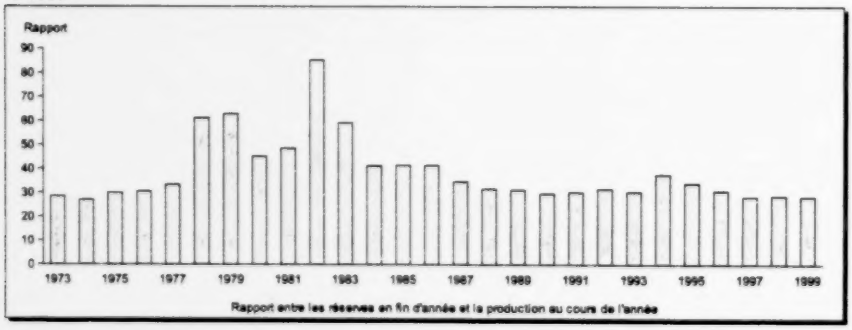
Lorsque l'exploitation du gisement Voisey's Bay commencera, et si le taux de production annuel de la mine est aussi élevé que cela a été prévu par quelques-uns, le rapport entre les réserves et la production de nickel chutera fort probablement sous ceux de la fin des années 1980 et du début des années 1990. On ne peut pas, toutefois, être certain de ce que l'avenir réserve.

Figure 6.2
Réserves prouvées et probables de nickel métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000



Source : Ressources naturelles Canada

Figure 6.3
Rapport entre les réserves canadiennes de nickel et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999



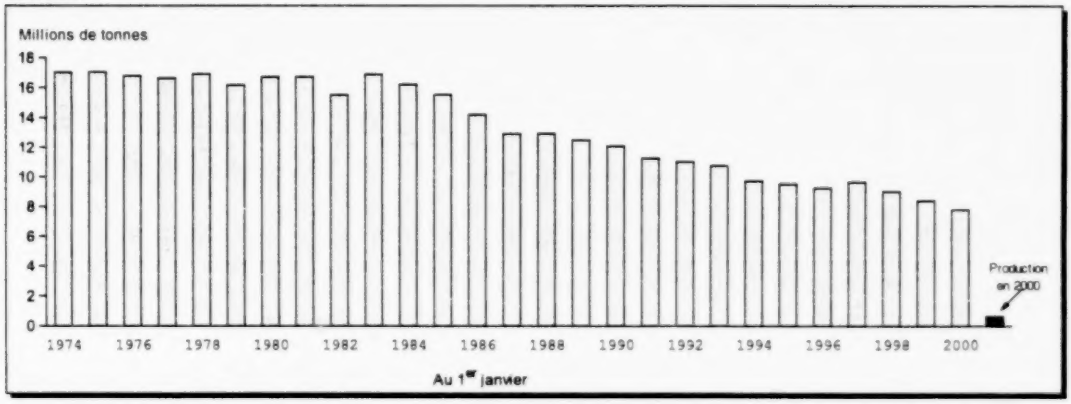
Source : Ressources naturelles Canada

Il faut cependant noter que les hausses ou les chutes soudaines illustrées dans le graphique du rapport entre les réserves et la production de nickel, ainsi que dans les graphiques de tous les autres métaux, reflètent en général des diminutions ou des augmentations temporaires dans la production annuelle plutôt qu'une fluctuation des réserves de minerai.

Cuivre

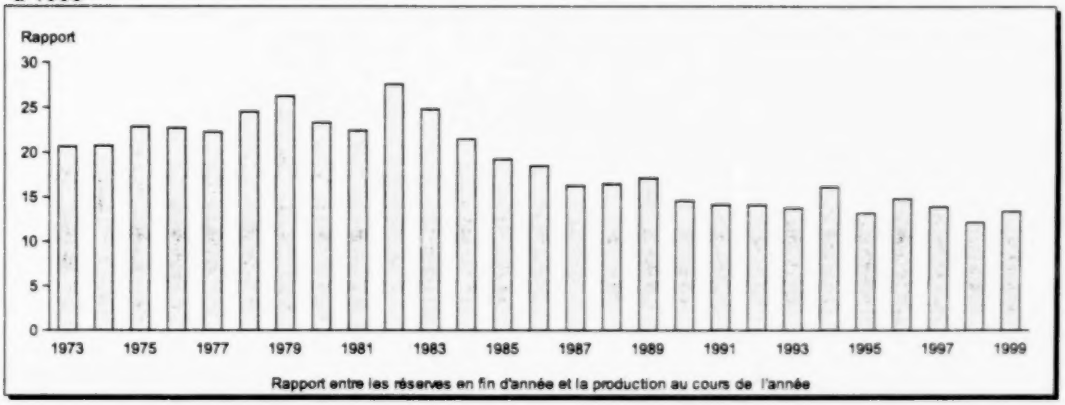
Les réserves de cuivre du Canada n'ont presque pas fluctué entre 1974 et 1982, mais elles ont chuté d'environ 45 % par la suite (figure 6.4). Le rapport entre les réserves et la production de cuivre a également diminué (figure 6.5). La mise en exploitation des gisements de cuivre porphyrique Huckleberry, Kemess South et Mount Polley, en Colombie-Britannique, a accru de 1,1 Mt environ les réserves de cuivre du Canada établies le 1er janvier 1997. Lorsque la décision sera prise éventuellement d'exploiter le gisement de nickel-cuivre-cobalt Voisey's Bay, une quantité apte à atteindre 2 Mt de cuivre supplémentaires pourrait s'ajouter aux réserves du Canada. Quelque 10 gisements de nickel-cuivre prometteurs mais inexploités ont été découverts à Sudbury (Ont.), et leur mise en exploitation éventuelle permettrait probablement de remplacer une grande partie du cuivre extrait des réserves de cette région. En Colombie-Britannique, des gisements de cuivre porphyrique connus mais inexploités pourraient également être mis en valeur dans l'avenir.

Figure 6.4
Réserves prouvées et probables de cuivre métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000



Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 6.5
Rapport entre les réserves canadiennes de cuivre et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999



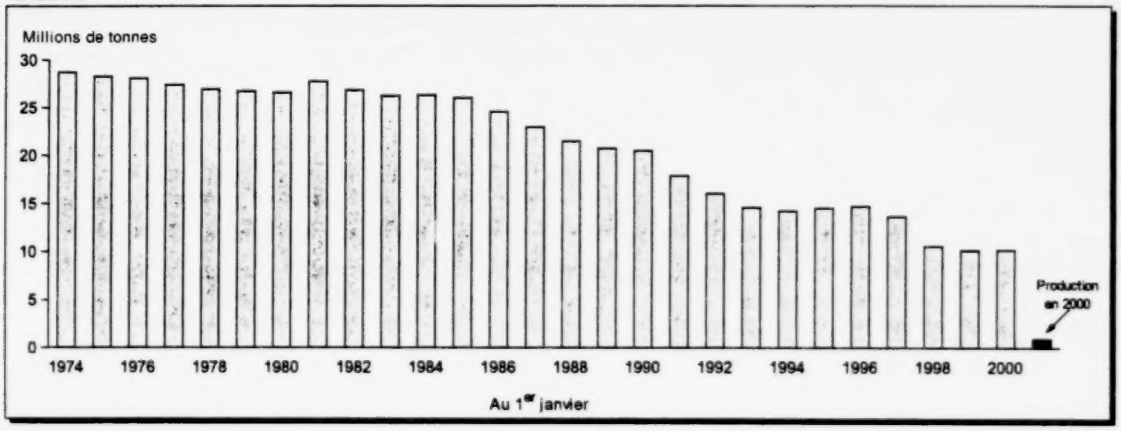
Source : Ressources naturelles Canada.

Zinc

Avant 1985, les réserves canadiennes d'agrégats de zinc (figure 6.6) n'ont presque pas fluctué, mais elles ont chuté d'environ 58 % depuis lors. Le Canada renferme plusieurs gisements de zinc connus et inexploités, dont certains pourront être mis en valeur lorsque la conjoncture du marché sera plus favorable. Au milieu des années 1970, on découvrait le gisement de zinc-plomb Howard's Pass sur la limite entre le Territoire du Yukon et les Territoires du Nord-Ouest. C'est le plus important gisement inexploité de zinc-plomb au monde. Il renferme 27 Mt de zinc, soit une quantité correspondant à plus de 2,5 fois les réserves de zinc du Canada établies le 1er janvier 2000 et se chiffrant alors à 10,2 Mt. Avant qu'on puisse débuter son exploitation, les prix du zinc devront dépasser quelque peu ceux qui prédominent depuis le milieu des années 1970.

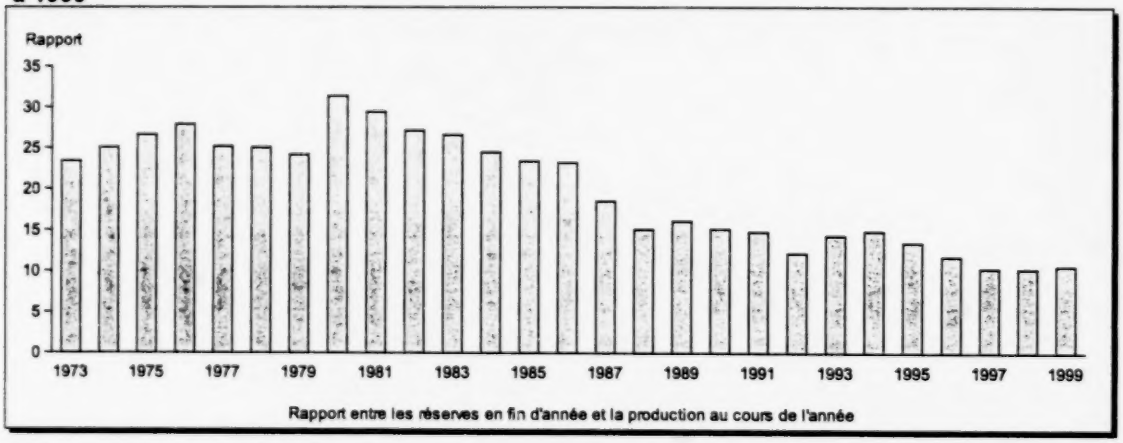
Le rapport entre les réserves et la production de zinc au Canada (figure 6.7) diminue également depuis 1985.

Figure 6.6
Réserves prouvées et probables de zinc métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000



Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 6.7
Rapport entre les réserves canadiennes de zinc et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999



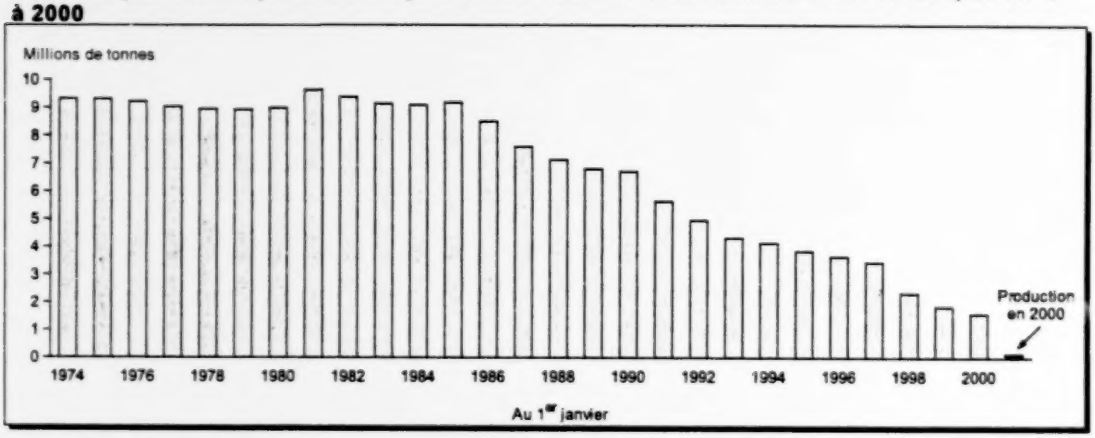
Source : Ressources naturelles Canada.

Plomb

Les réserves de plomb (figure 6.8) du pays s'appauvrissent, et cette tendance se poursuivra si l'on ne découvre pas de nouveaux corps minéralisés ou si l'on ne met pas en valeur des gisements de plomb connus. On trouve un grand nombre de gisements de zinc-plomb dans le Nord de la Colombie-Britannique et au Territoire du Yukon; tout comme dans le cas du zinc, leurs réserves de plomb sont considérables mais toujours inexploitées. Au moins quelques-uns de ces gisements seront probablement mis en valeur si les conditions des marchés du zinc et du plomb s'améliorent. L'immense gisement de zinc-plomb Howard's Pass, qui ne figure pas dans la liste des réserves canadiennes, renferme environ 10,5 Mt de plomb; ce tonnage est plus de six fois plus important que les réserves canadiennes de plomb contenu dans du minerai, établies le 1er janvier 2000 et se chiffrant alors à 1,59 Mt.

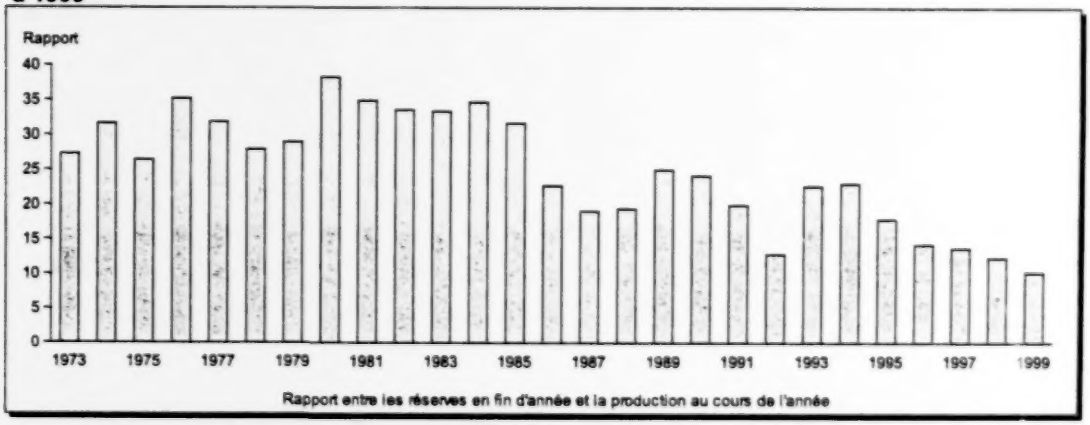
Le rapport entre les réserves et la production de plomb au Canada (figure 6.9) continue de diminuer. La mine Brunswick nº 12, qui renferme du zinc-plomb-cuivre-argent et qui est située au Nouveau-Brunswick, représente la seule grande mine productrice de plomb au Canada. Lorsque cette mine cessera ses activités vers 2010, il appert que le pays ne produira plus de plomb. De toute manière, la valeur de la production de plomb se révèle minime.

Figure 6.8
Réserves prouvées et probables de plomb métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000



Source : Resources naturelles Canada.

Figure 6.9
Rapport entre les réserves canadiennes de plomb et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999



Source : Ressources naturelles Canada.

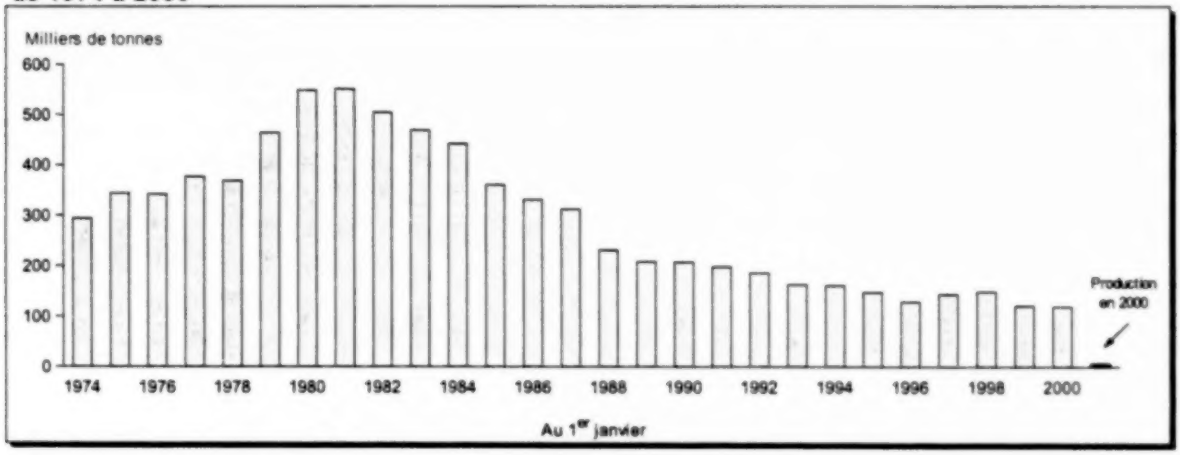
Molybdène

Les réserves de molybdène du Canada (figure 6.10) ont augmenté entre les années 1960 et 1981, pour ensuite diminuer rapidement. Le 1er janvier 2000, elles ne constituaient que 22 % des plus importantes réserves jamais enregistrées, qui se chiffraient à 549 000 t le 1er janvier 1981. Cette chute exceptionnelle s'explique par divers facteurs. Les fluctuations relativement soudaines des réserves de molybdène, qui sont illustrées à la figure 6.10, résultent des prix exceptionnellement élevés du molybdène à la fin des années 1970. Ces prix élevés ont entraîné la mise en exploitation du gros gisement Kitsault à faible teneur en molybdène porphyrique et du gisement Highmont à faible teneur en cuivre-molybdène porphyrique, qui sont tous deux situés en Colombie-Britannique, ainsi que du gisement Mount Pleasant à faible teneur en molybdène-tungstène-étain-bismuth, qui se trouve au Nouveau-Brunswick. Les réserves de minerai molybdénifère de la mine Endako (molybdène porphyrique), en Colombie-Britannique, ont également augmenté. On a cependant attendu que le prix du molybdène connaisse un regain avant de l'extraire et de l'ajouter aux réserves de minerai de la mine Gibraltar (cuivre-molybdène porphyrique), qui se trouve également en Colombie-Britannique, ainsi qu'à celles de la mine Gaspé Copper au Québec.

Peu de temps après, le prix du molybdène s'est affaibli et a atteint des niveaux beaucoup moins élevés, les nouvelles mines ont fermé, l'extraction de molybdène aux mines Gibraltar et Gaspé Copper a été interrompue, et les réserves de minerai molybdénifère de la mine Endako ont été réduites de 30 %. En fin de compte, tout ce molybdène a été éliminé des réserves totales canadiennes.

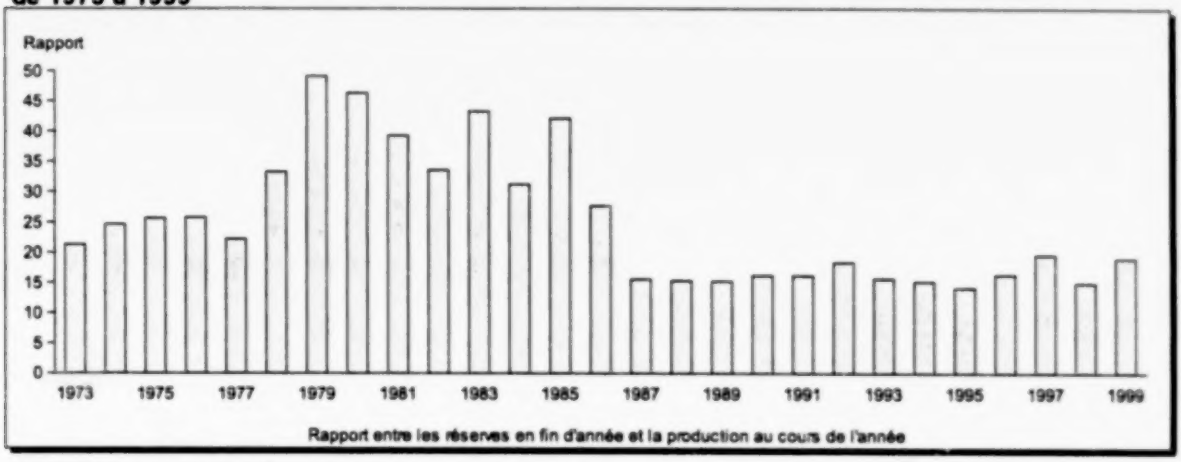
Il ne reste que trois producteurs de molybdène au Canada, soit les mines Endako, Highland Valley Copper et Huckleberry. Aucun gisement de molybdène n'a été découvert au pays, depuis de nombreuses années. En 1997, la nouvelle mine de cuivre-molybdène porphyrique Huckleberry, qui a été mise en valeur sur un gisement découvert en 1963, ajoutait 13 000 t de minerai molybdénifère aux réserves de molybdène du Canada. Si l'on n'aménage pas de nouvelles mines de molybdène, on continuera à puiser dans les réserves du Canada. Cette diminution n'aura pas de graves répercussions sur la valeur totale de la production minérale du Canada, car la valeur de la production annuelle de molybdène est basse comparativement à celle d'un grand nombre d'autres métaux produits au pays. Le rapport entre les réserves et le taux de production de molybdène (figure 6.11) n'a presque pas changé au cours de la dernière décennie.

Figure 6.10
Réserves prouvées et probables de molybdène métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000



Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 6.11
Rapport entre les réserves canadiennes de molybdène et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999



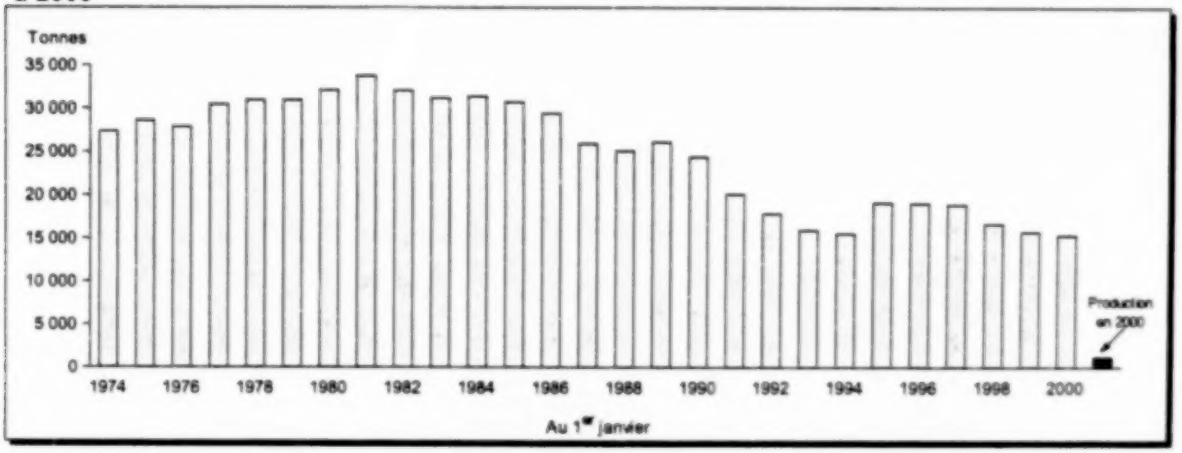
Source : Ressources naturelles Canada.

Argent

La majeure partie de l'argent produit au Canada provient, sous forme de sous-produit, de l'extraction des métaux communs. Les réserves d'argent (figure 6.12) ont atteint un niveau inégalé en 1981, après quoi la quantité a baissé. À la fin de 1993, les réserves avaient chuté de 44 %. Elles augmentaient en 1995, et l'on attribue cet accroissement surtout à l'argent contenu dans le minerai à haute teneur de la mine d'or-argent Eskay Creek, qui se trouve en Colombie-Britannique.

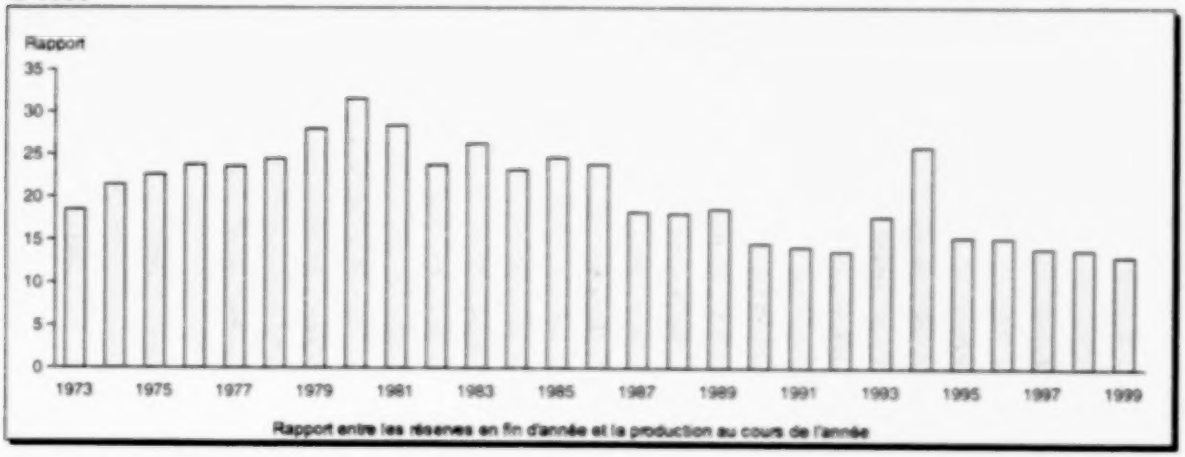
L'avenir des réserves d'argent canadiennes est étroitement lié à celui des réserves de métaux communs. En général, le rapport entre les réserves et le taux de production d'argent (figure 6.13) diminue, comme le fait celui des métaux communs.

Figure 6.12
Réserves prouvées et probables d'argent métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000



Source : Ressources naturelles Canada.

Figure 6.13
Rapport entre les réserves canadiennes d'argent et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999

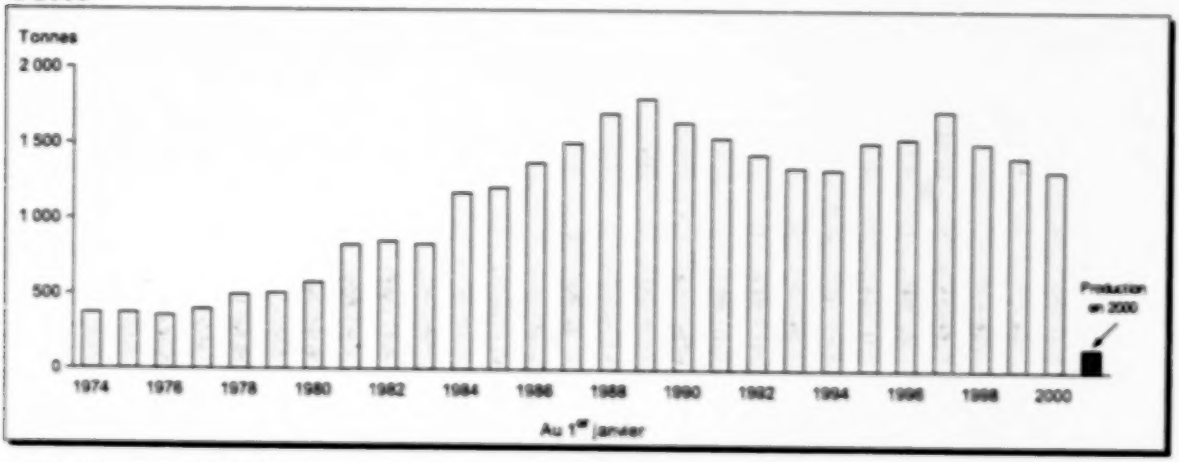


Source : Ressources naturelles Canada

Or

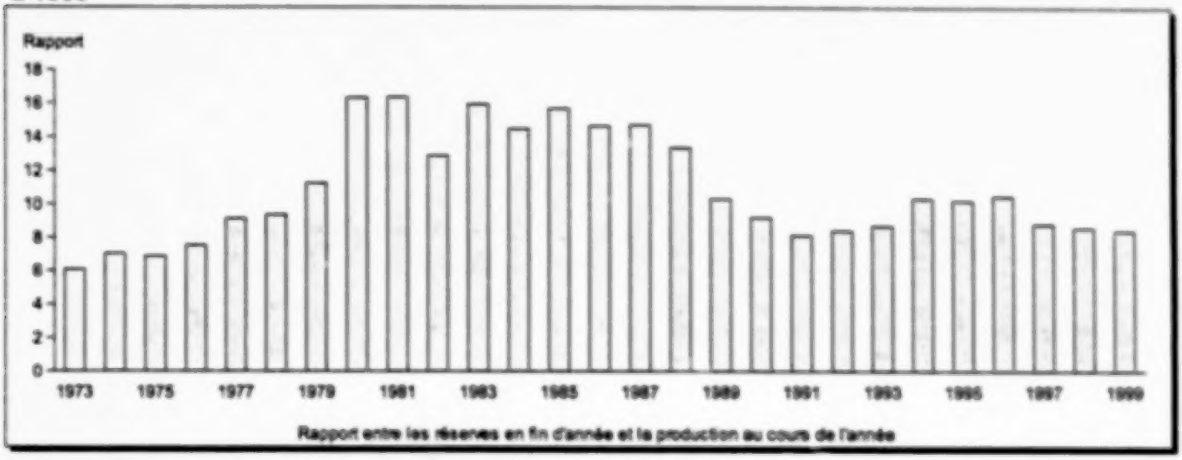
Au début des années 1970, les États-Unis permettaient une hausse du prix de l'or par rapport au prix fixé en 1934 (il s'élevait alors à 35 $US/oz troy [31,10 g]). Les réserves de minerai aurifère canadiennes (figure 6.14) ont donc augmenté régulièrement entre 1977 et 1989. Entre 1989 et 1994, elles ont diminué; en 1994, elles représentaient 74 % des réserves maximales enregistrées en 1988. Par après, la mise en exploitation de nouvelles mines d'or allait entraîner un accroissement des réserves d'or du Canada, qui se chiffraient à 1724 t le 1er janvier 1998; la nouvelle quantité correspondait pratiquement aux réserves records de 1801 t que l'on avait enregistrées le 1er janvier 1988. Par la suite, le prix de l'or et, par le fait même, les réserves canadiennes de minerai aurifère ont recommencé à fléchir. Au milieu des années 1990, le rapport entre les réserves et le taux de production d'or augmentait, pour ensuite diminuer quelque peu.

Figure 6.14
Réserves prouvées et probables d'or métal contenu dans les minerais au Canada, de 1974 à 2000



Source : Ressources naturelles Canada

Figure 6.15
Rapport entre les réserves canadiennes d'or et le taux de production de ce métal, de 1973 à 1999

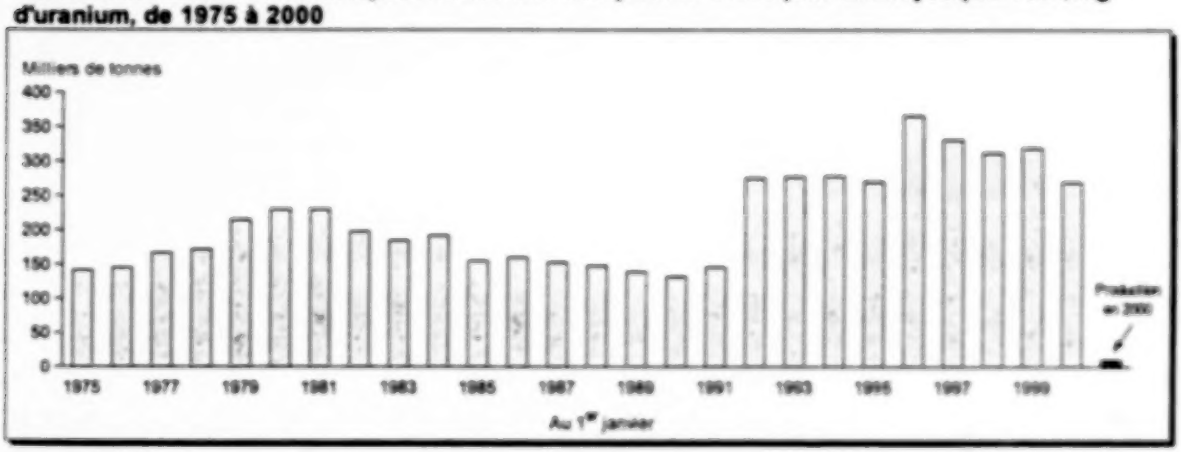


Source : Ressources naturelles Canada.

Uranium

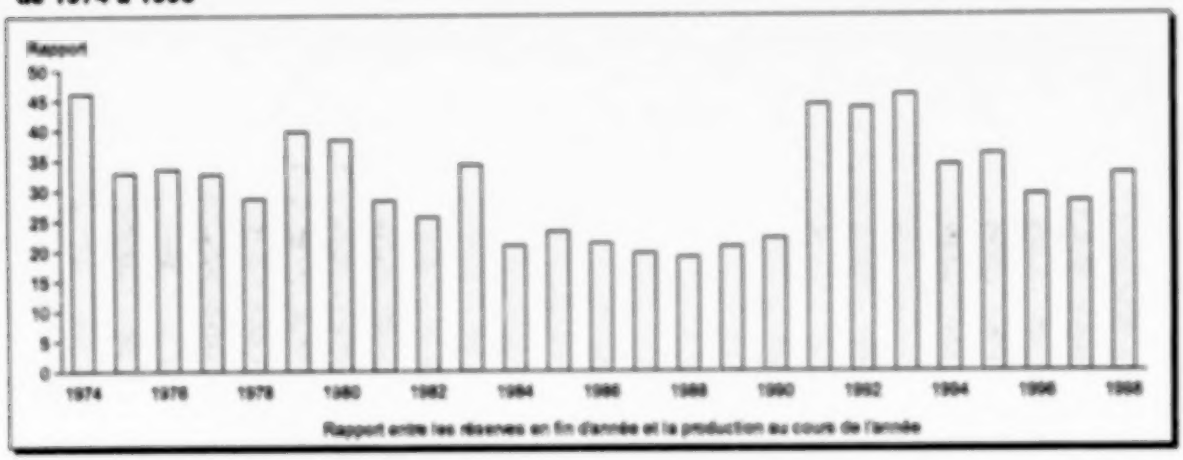
On calcule les ressources d'uranium (figure 6.16) d'une manière qui diffère de celle utilisée pour les autres métaux. Cela s'explique par le fait que les exploitants mondiaux de centrales nucléaires veulent savoir quelle quantité d'uranium ils pourraient acheter à des prix qu'ils pourraient se permettre de payer (ces prix sont bien au-dessus du cours du marché) plutôt qu'aux prix courants (réserves). Ces ressources représentent l'uranium récupérable après le calcul des pertes reliées à l'extraction et au traitement du minerai, alors qu'on tient compte des pertes associées à l'extraction mais pas au traitement du minerai lorsqu'on calcule les réserves des autres principaux métaux. La figure 6.17 illustre le rapport entre les réserves et le taux de production d'uranium du Canada sur une période comprise entre 1974 et 1999.

Figure 6.16
Ressources mesurées et indiquées d'uranium récupérable à des prix[1] allant jusqu'à 100 $/kg d'uranium, de 1975 à 2000



Source : Ressources naturelles Canada.
[1] Ces prix n'ont pas été ajustés pour tenir compte de l'inflation. Les prix utilisés pendant la période de 1975 à 1983 varient d'une année à l'autre.

Figure 6.17
Rapport entre les ressources[1] canadiennes d'uranium et le taux de production de ce métal, de 1974 à 1998



Source : Ressources naturelles Canada.
[1] Les ressources sont récupérables à des prix pouvant même atteindre 100 $/kg d'uranium.

Minerai de fer

Les réserves de minerai de fer des mines productrice au Canada se chiffrent actuellement à quelque 4 milliards de tonnes (Gt) de minerai, ce qui permettrait de produire 1,4 Gt de minerai de fer, soit 39 fois la production canadienne de minerai de fer pour la présente année. De plus, d'importantes quantités de ressources ferrifères gisent à proximité des mines de fer en exploitation. Par conséquent, si les mines de fer canadiennes demeurent rentables (ceci sera probablement le cas), la production de minerai de fer devrait se poursuivre encore pendant des centaines d'années au pays.

Au Canada, les ressources totales de fer contenu dans le minerai s'élèvent à environ 45 Gt de fer (les calculs ont été faits par le biais des données qui ont paru dans *l'Aperçu sommaire des réserves et des ressources additionnelles canadiennes de minerai de fer*, Énergie, Mines et Ressources Canada, 1977, figure 1, page 4). Bien que la majeure partie de ces ressources ne soient pas économiquement exploitables compte tenu des prix actuels, elles constituent néanmoins de vastes ressources qui pourront être exploitées à un coût relativement faible dans l'avenir.

Potasse

Le Canada possède de vastes réserves/ressources de minerai de potasse de première qualité, qui contiennent plus de 60 Gt de chlorure de potassium (KCl) [Zwartendyk, 1988]. Ceci suffirait à maintenir un taux de production beaucoup plus élevé que le taux actuel et ce, pendant de nombreux siècles.

Sel

Les réserves/ressources de sel gemme du Canada s'élèvent à plus de 100 billions de tonnes (Bt) de chlorure de sodium (NaCl), ce qui est suffisant pour permettre de maintenir, dans l'avenir à long terme, un taux de production plus élevé que le taux actuel. Par contre, la grande majorité de ce sel gît dans des régions de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba où le marché local du sel n'est pas grand. Ceci s'explique par le fait que ces régions ne sont pas populeuses et que l'on n'épand pas généralement de sel sur les routes à ces endroits, car l'hiver y est trop froid pour que le chlorure de sodium puisse déglacer les chaussées (la température est souvent inférieure à 20,6 °C sous zéro – la température eutectique du système $NaCl\text{-}H_2O$). De plus, les frais de transport du sel sur de longues distances sont prohibitifs, si bien que les marchés du sel disponibles sont limités.

Charbon

Les réserves de charbon du Canada sont suffisamment considérables pour permettre de maintenir un taux de production bien supérieur au taux actuel pendant de nombreux siècles. La production de charbon est limitée dans l'Ouest du Canada pour deux raisons. Premièrement, l'Ouest canadien se révèle une région peu peuplée et la demande locale est considérée comme faible, bien que ce soit dans cette partie du pays où se trouve la majeure partie du charbon. Deuxièmement, le Manitoba et la Colombie-Britannique ont recours aux centrales thermiques pour répondre seulement à la demande de pointe, car l'hydroélectricité est abondante dans ces provinces où

se trouvent d'autres sites qui pourraient, eux aussi, leur fournir de l'hydroélectricité dans l'avenir. D'ailleurs, la seule centrale thermique en Colombie-Britannique est alimentée au gaz naturel et non au charbon. En outre, les centrales thermiques alimentées au charbon au Manitoba ont été converties en installations chauffées au gaz naturel. La production de charbon est également limitée par la conjoncture du marché et par les frais de transport du charbon par chemin de fer, depuis les plaines intérieures et l'Est de la Cordillère canadienne jusqu'aux ports maritimes, et par bateau jusqu'aux marchés d'outre-mer.

En dépit de ces conditions, le taux de production de charbon du Canada s'est accru rapidement entre 1969 et 1997, après quoi il a commencé à diminuer en raison de la faiblesse des prix (figure 3.15).

6.3 APERÇU DES RÉSERVES DE MINERAI DU CANADA DANS L'AVENIR

En bref, voici quel sera probablement l'état des réserves de minerai du Canada dans l'avenir :

- Si les prix courants du marché demeurent comparables aux prix moyens des 10 ou 15 dernières années, on prévoit que les réserves de nickel, ainsi que les réserves de cobalt et de métaux du groupe platine associées à ce métal, se maintiendront encore pendant bon nombre d'années. On peut s'attendre à ce que les réserves de tous ces métaux augmentent lorsqu'on décidera de mettre en exploitation l'important gisement Voisey's Bay et que les métaux qui en seront extraits s'ajouteront aux réserves du pays.

- Les réserves de cuivre continuent de s'appauvrir, du moins pour le moment. Cette tendance sera renversée pendant quelques années si l'on met en exploitation le gisement Voisey's Bay.

- Les réserves de zinc et de plomb continueront de s'appauvrir si les prix ne permettent pas la mise en valeur d'un nombre suffisant de nouveaux gisements connus mais toujours inexploités ou la mise en valeur de nouvelles découvertes. Il paraît qu'aucune réserve de plomb ne sera disponible vers 2010.

- Les réserves de molybdène continueront probablement de s'appauvrir.

- Les réserves d'argent diminueront peut-être, mais à un rythme lent, et seulement si une baisse des réserves de métaux communs survient.

- Les réserves de minerai de fer peuvent se maintenir ou même augmenter et ce, pendant au moins de nombreuses dizaines d'années.

- Les réserves d'uranium peuvent se maintenir aux alentours des niveaux actuels dans un avenir prévisible.

- On peut rapidement accroître les réserves de potasse et de sel si la demande sur le marché devient plus grande.

- On s'attend à ce que les réserves d'amiante continuent de s'appauvrir, car le marché de ce minéral est de moins en moins grand et parce qu'on dégarnit actuellement les gros gisements d'amiante du pays. Des gisements d'amiante connus mais toujours inexploités peuvent être mis en valeur si le marché devient plus stable.

- Dans l'Ouest du Canada, on peut augmenter les réserves de charbon aux niveaux requis pour répondre à la demande sur le marché. Il serait toutefois difficile d'accroître les réserves de charbon de l'Est du Canada (en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick).

- On continue à découvrir des gisements aurifères au Canada. Un grand nombre de mines d'or productrices renferment de considérables ressources présumées supplémentaires de minerai qui, en fin de compte, deviendront des réserves de minerai prouvées et probables. On connaît l'emplacement de gisements aurifères relativement importants et très prometteurs dans diverses régions du Canada, en particulier au Nunavut, et l'on pourrait en découvrir encore un grand nombre. Par conséquent, si le prix de l'or s'y prête, les réserves d'or prouvées et probables du Canada ne diminueront probablement pas de manière considérable dans l'avenir prévisible.

Les réserves de zinc, de plomb, de molybdène et d'amiante, et peut-être les réserves de cuivre et d'argent, peuvent poser des problèmes dans l'avenir prévisible, mais le Canada loge d'importants gisements de zinc et de plomb qui pourraient être mis en valeur si les prix courants du marché s'y prêtent. Le Canada produit d'ailleurs plus de 60 substances minérales non pétrolières. En ce qui concerne l'avenir de l'industrie minière du Canada, l'augmentation du taux de production de minéraux comme le diamant, le charbon, le minerai de fer, la potasse, le sel et le gypse aidera à atténuer la diminution des réserves de quelques autres minéraux. Cette situation n'exigera donc pas une attention immédiate.

Diamants

La production de diamants a débuté au Canada, en octobre 1998. Ce n'est qu'en 1991 ou 1992 que l'on découvrait le premier gisement diamantifère prometteur au pays. En octobre 1998, on commençait à exécuter des travaux d'exploitation sur la propriété Ekati, qui est située dans la région du Lac de Gras (T.N.-O.). Cette propriété renferme plus de cinq corps minéralisés diamantifères, et l'on y produit présentement une quantité de diamants d'une valeur de production dépassant 600 millions de dollars chaque année. À la mine diamantifère Diavik, qui appartient à Rio Tinto plc (60 %) de Londres (Angleterre), et à Ressources Aber Ltée (40 %) de Vancouver, on s'attend à ce que la production de diamants soit comparable à celle de la mine d'où proviennent les diamants EKATI^{MC}, à partir du premier semestre de 2003. La mine Diavik sera également aménagée dans la région du Lac de Gras, à environ 35 km au sud-est de la mine Ekati. Un troisième projet d'exploitation de diamants sera probablement entrepris dans la région du lac Snap (T.N.-O.), aux alentours de 2005 ou de 2006. Deux autres projets, dont l'un aux Territoires du Nord-Ouest et l'autre au Nunavut, semblent prometteurs, et il se peut que la cheminée kimberlitique Victor – propriété de la société De Beers située en Ontario – soit elle aussi mise éventuellement en exploitation. On découvrira fort probablement d'autres gisements diamantifères au Canada. Par conséquent, on peut s'attendre à ce que le taux de production de diamants du pays s'accroisse pendant quelque temps encore.

7. L'avenir de l'exploration minérale au Canada

Avant 1950, l'industrie minière canadienne ne faisait que commencer à s'implanter et les instruments d'exploration disponibles n'étaient pas très perfectionnés. Depuis lors, les dépenses d'exploration augmentent en général, car le taux de production s'accroît et les coûts reliés à l'exploration sont de plus en plus élevés et ce, même s'ils ont été rajustés en fonction de l'inflation.

La découverte, en 1994, du gros gisement de nickel-cuivre-cobalt Voisey's Bay et de quelque 20 gisements diamantifères probablement exploitables, aux Territoires du Nord-Ouest, au Nunavut et en Ontario, démontre que certains des travaux d'exploration effectués préalablement dans la région de Voisey's Bay et ailleurs au Canada n'étaient pas suffisants. La découverte du gisement Voisey's Bay découle essentiellement de l'exécution des activités de prospection, en ce sens qu'il a été découvert par des géologues assez curieux pour chercher des diamants dans un chapeau ferrugineux qu'ils avaient aperçu depuis un hélicoptère. Ce sont deux géologues persévérants qui ont découvert la première occurrence diamantifère d'importance au Canada, après avoir examiné pendant 10 ans la disposition de certains minéraux indicateurs de diamants. Peu après, cette découverte permettait de trouver d'autres gisements et corps minéralisés diamantifères. On découvrira probablement beaucoup d'autres gisements de diamants au pays, où l'on trouve des cibles d'exploration intéressantes dans de vastes régions où la croûte date de l'Archéen.

De plus, de grandes régions du Canada n'ont toujours pas fait l'objet de travaux d'exploration poussés, ce qui s'explique en partie par le très petit nombre de découvertes intéressantes qui y ont été faites. Cependant, on ne pourra pas être certain qu'elles ne renferment aucun minerai de valeur jusqu'à ce qu'elles soient explorées adéquatement. Il serait peut-être profitable d'utiliser des méthodes innovatrices pour prospecter ces régions et celles que l'on explore depuis de nombreuses années. On devrait probablement accorder plus d'attention aux types de minerai qui n'ont pas encore été découverts ou qui sont pratiquement inconnus au Canada. Par exemple, on a découvert plus de 50 gisements de cuivre, de molybdène et d'or porphyriques dans l'Ouest de la Cordillère canadienne, à la fin des années 1950 et au cours des années 1960, des gisements d'uranium liés à une discordance, dans les années 1960, 1970 et 1980, dans les bassins protérozoïques d'Athabasca et de Dubawnt, situés respectivement en Saskatchewan et au Nunavut, ainsi que des gisements et des corps minéralisés diamantifères, dans les années 1990.

On peut s'attendre à ce que d'autres découvertes intéressantes résultent de l'exploration minérale au Canada, ce qui assurera un avenir prometteur à ce pays qui est l'un des plus grands producteurs de produits minéraux au monde.

8. L'industrie pétrolière du Canada

Bien que le présent rapport traite principalement de l'industrie minière canadienne, ce chapitre présente un survol de l'industrie pétrolière canadienne qui est en pleine croissance. Celle-ci a surpassé l'industrie minière canadienne en matière de la valeur de production annuelle il y a près de 25 ans; la valeur de sa production totale en 1999, alors que les prix du pétrole brut et du gaz naturel étaient très inférieurs aux prix actuels (en 2001), correspondait à environ le double de celle des minéraux non pétroliers. En 2000, les prix élevés du pétrole brut et du gaz naturel avaient entraîné la hausse de la valeur du pétrole et du gaz, qui équivalait à 3,2 fois la production des minéraux non pétroliers.

Les premières observations portant sur les plus importantes ressources pétrolières du Canada – les sables pétrolifères (bitumineux) de l'Athabasca – ont été recueillies en 1778 par Peter Pond – un commerçant de fourrures du Connecticut – et en 1789 par Alexander Mackenzie – un commerçant de fourrures et explorateur de Montréal travaillant pour la Compagnie du Nord-Ouest. Les deux hommes signalent la présence de gisements de bitume sur les berges de la rivière Athabasca, dans une région faisant aujourd'hui partie de l'Alberta. Les Autochtones de l'endroit (les « Indiens », comme on les appelait à l'époque) utilisaient le bitume liquide de cette source, probablement depuis des milliers d'années, pour rendre leurs canots étanches.

En plus des sables pétrolifères de l'Athabasca, il existe trois autres gisements de sables bitumineux en Alberta, soit les gisements Peace River, Wabasca et Cold Lake. La teneur totale en bitume en place de ces 4 gisements de sables bitumineux atteint quelque 270 milliards de mètres cubes (Gm^3) ou 1,7 billion de barils (Bbl), dont 75 % se trouvent dans les sables pétrolifères de l'Athabasca. L'autre gisement important de sables bitumineux au Canada, qui est situé dans l'île Melville – une île de l'archipel Arctique du territoire du Nunavut –, contient environ 80 Gm^3 ou 500 milliards de barils (Gbl) de bitume en place. Les 350 Gm^3 ou les 2,2 Bbl de bitume en place dans ces 5 gisements de sables bitumineux comptent pour plus du double du total des réserves actuelles de pétrole brut classique dans le monde. Les quantités de bitume dont la récupération est rentable ne représentent qu'une petite partie des ressources totales et elles dépendent des coûts de production relatifs et des prix du pétrole brut.

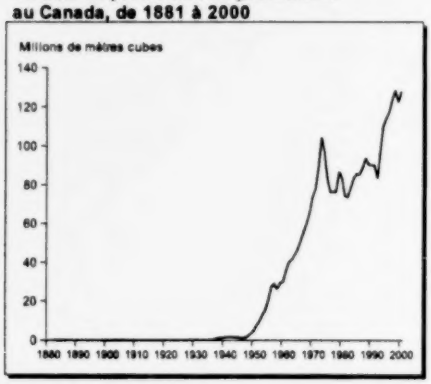
La découverte de pétrole à Oil Springs (Ont.), au nord du lac Érié, constitue la première découverte de pétrole économiquement exploitable en Amérique du Nord. Cette situation s'est produite en 1857, soit au cours de la même année où est née l'industrie pétrolière européenne en Roumanie, soit deux ans avant la première découverte économiquement exploitable aux États-Unis, à Oil Creek, près de Titusville (Penn.). La production de pétrole dans la région ontarienne du lac Érié se poursuit depuis lors. Selon les normes actuelles, cette région n'a jamais représenté une source importante de pétrole, mais après 140 ans d'exploitation, on y fore toujours de nouveaux puits, et la valeur de la production du pétrole brut et du gaz naturel y atteint quelque 155 millions de dollars en 2000.

C'est au début du XX^e siècle qu'ont débuté les découvertes et la production, à petite échelle, de pétrole et de gaz au Nouveau-Brunswick et en Alberta. Bien qu'il n'existe plus d'exploitation pétrolière au Nouveau-Brunswick, on y poursuit encore des travaux d'exploration. L'Alberta, quant à elle, est devenue le principal producteur de l'industrie pétrolière canadienne.

En 1919, on a découvert du pétrole brut à Norman Wells (T.N.-O.) – une localité située sur le fleuve Mackenzie, à 190 km au sud du cercle polaire arctique. Dans les années 1920, on a construit à Norman Wells une petite raffinerie d'une capacité de 475 mètres cubes par jour (m^3/j) ou de 3000 barils par jour (bl/j). La production était limitée par la demande locale des collectivités disséminées le long du Mackenzie, et les produits pétroliers étaient distribués dans les collectivités du Nord à l'aide de péniches. Dans les années 1980, on a construit un pipeline de 869 km, d'une capacité de transport de 4770 m^3/j ou de 30 000 bl/j de pétrole brut, entre Norman Wells et Zama (Alb.). À cet endroit, la canalisation est raccordée au système canadien d'oléoducs qui achemine le pétrole brut vers l'Ontario, la côte du Pacifique et les États-Unis.

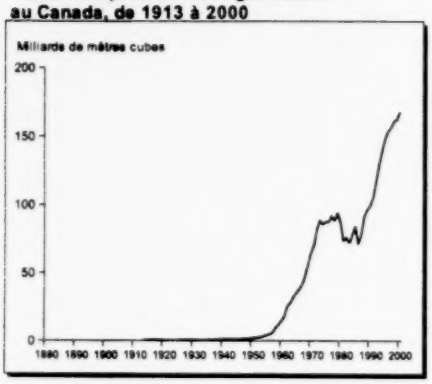
La première découverte de gaz naturel a eu lieu à Medicine Hat (Alb.). On l'a d'abord extrait d'un puits

Figure 8.1
Volume de production du pétrole brut au Canada, de 1881 à 2000



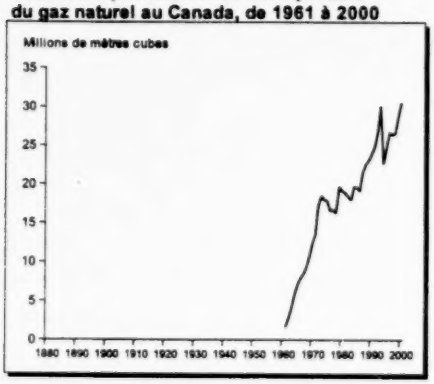
Source : Statistique Canada.
Remarque : La production de pétrole brut a commencé en 1858. Toutefois, les données portant sur la production antérieure à 1881 ne sont pas disponibles.

Figure 8.2
Volume de production du gaz naturel au Canada, de 1913 à 2000



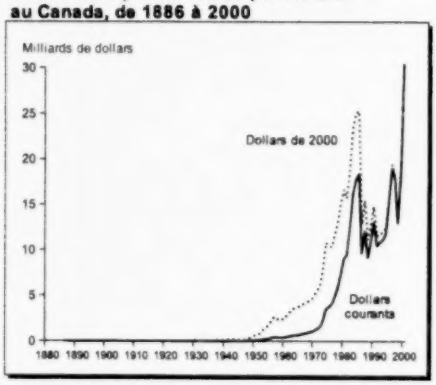
Source : Statistique Canada.

Figure 8.3
Volume de production des sous-produits du gaz naturel au Canada, de 1961 à 2000



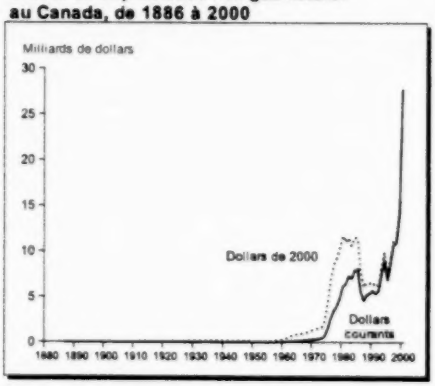
Source : Statistique Canada.

Figure 8.4
Valeur de la production du pétrole brut au Canada, de 1886 à 2000



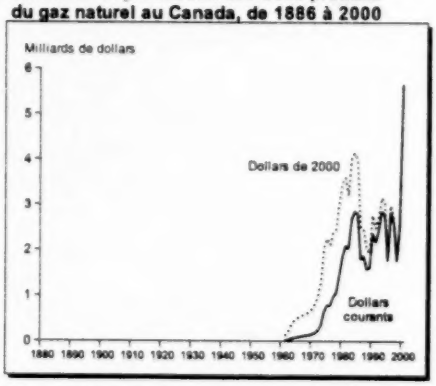
Source : Statistique Canada.

Figure 8.5
Valeur de la production du gaz naturel au Canada, de 1886 à 2000



Source : Statistique Canada.

Figure 8.6
Valeur de la production des sous-produits du gaz naturel au Canada, de 1886 à 2000



Source : Statistique Canada.

peu profond au cours des années 1880, puis la production commerciale a démarré en 1904. On a aussi découvert du gaz naturel en d'autres endroits, notamment à Bow Island et à Viking, puis à Turner Valley (près de Calgary) en 1914. On a de plus découvert du pétrole brut à Turner Valley, en 1936. À cette exploitation, la production annuelle de brut a atteint un sommet de 1,6 million de mètres cubes (Mm^3) ou 10 millions de barils (Mbl), en 1942, et a ensuite diminué lentement.

La découverte de pétrole brut, en 1947, près de Leduc (Alb.) a entraîné une forte croissance de l'exploration pétrolière dans l'Ouest canadien et a mené à la découverte de nombreux champs de pétrole et de gaz naturel, ce qui a fait du Canada le 11e producteur mondial de pétrole brut en 2000.

On n'a pas seulement découvert du pétrole en Alberta, mais aussi en Saskatchewan, en Colombie-Britannique, aux Territoires du Nord-Ouest, au Manitoba et au Territoire du Yukon. Récemment, on en a aussi découvert, pour la première fois de l'histoire, dans l'île de Terre-Neuve (Terre-Neuve-et-Labrador) et à l'Île-du-Prince-Édouard.

En Alberta, on a commencé à produire, en 1967, du pétrole brut synthétique à partir des sables pétrolifères de l'Athabasca. En 1997, la production provenant des diverses exploitations de sables bitumineux de cette province atteignait 87 000 m^3/j ou 550 000 bl/j, ce qui représente près du quart de la production quotidienne de pétrole brut du Canada. La diminution des réserves et de la production de pétrole brut à partir de sources classiques au Canada est plus que contrebalancée par la production accrue de brut synthétique en provenance des exploitations de sables bitumineux, ce qui a permis à la production canadienne de pétrole brut d'atteindre un sommet en 2000, soit 128,4 Mm^3 (figure 8.1). De nouveaux projets d'exploitation de sables bitumineux sont prévus, de même que des augmentations importantes de la capacité des exploitations actuelles, ce qui devrait se traduire par une hausse rapide de la production canadienne de brut synthétique. Comme ce fut aussi le cas des sous-produits du gaz naturel [figure 8.3], la production de gaz naturel du Canada a connu une hausse rapide et a atteint un volume record de 172 Gm^3 ou de 6,07 billions de pieds cubes (Bpi^3) en 2000, d'une valeur[1] de 27,8 G$ [figure 8.2]. La construction récente de nouveaux pipelines accroît la capacité de distribution du gaz naturel canadien sur les marchés en pleine croissance des États-Unis et de l'Est du Canada, ce qui devrait permettre de maintenir des niveaux de production de gaz beaucoup plus élevés. Le Canada occupe le troisième rang mondial des producteurs de gaz naturel (derrière la Russie et les États-Unis) et ce, même si ses réserves de gaz naturel le placent au onzième rang.

Les valeurs de la production de pétrole brut [figure 8.4], de gaz naturel [figure 8.5] et de sous-produits du gaz naturel (exclusion faite du soufre) [figure 8.6] ont aussi augmenté, mais comme ces valeurs accrues dépendent non seulement des volumes de production mais aussi des prix qui fluctuent sans cesse, les cas de hausse des valeurs de production ont été plus irréguliers que les cas d'augmentation de la production.

EXPLORATION EXTRACÔTIÈRE DANS L'ATLANTIQUE

L'exploration extracôtière dans l'Atlantique a débuté vers 1960. Les premières découvertes de pétrole et de gaz ont eu lieu en 1971, au large de la Nouvelle-Écosse, à proximité de l'île de Sable. On a aussi découvert du gaz naturel en 5 endroits du Plateau continental du Labrador, à quelque 100 km au large des côtes.

On a effectué l'exploitation du champ de pétrole Sable Island de 1992 à 1999, soit jusqu'à l'épuisement du champ pétrolifère. Pendant cette période, on a récupéré 7,067 Mm^3 (44,452 Mbl) de pétrole brut. La production de gaz naturel a commencé en janvier 2000 et selon les prévisions, elle devrait se poursuivre jusqu'en 2025. On prévoit que la production totale de gaz naturel dépassera 85 Gm^3 (3 Bpi^3).

On a entrepris l'exploration de la région des Grands Bancs de Terre-Neuve, situés au sud-est de l'île et du Labrador, au milieu des années 1960. Le champ Hibernia a été découvert en 1979, Hebron en 1981, Terra Nova entre 1984 et 1985, et White Rose au cours de la période de 1985 à 1988. On a découvert 14 autres champs de pétrole, de gaz naturel, ou de pétrole et de gaz, dans Les Grands Bancs. La plupart sont petits, mais certains pourraient éventuellement faire l'objet d'une production.

Actuellement, il ne semble pas exister de projets de production de gaz dans la région des Grands Bancs. Les réserves récupérables de gaz (en supposant une exploitation rentable) totalisent 142,2 Gm^3 (5 Bpi^3). Ces réserves de gaz se trouvent en grande partie dans les champs Hibernia, Terra Nova, White Rose et Hebron, ce qui signifie que leur exploitation ne pourra débuter qu'une fois le pétrole récupéré. Il faudra aussi découvrir des réserves additionnelles de gaz afin d'atteindre la valeur minimum requise pour la construction d'un pipeline.

---

[1] Statistique Canada a publié des valeurs récentes de production du gaz naturel (soit des valeurs de 27,8 G$ rapportées par les producteurs en 2000) qui diffèrent de celles déterminées par Ressources naturelles Canada (soit les revenus de 32,4 G$ des producteurs à la sortie de l'usine en 2000). Puisque Statistique Canada constitue le seul organisme à avoir compilé des séries exhaustives de données couvrant la période de production de 1912 à 2000, il a été jugé préférable d'utiliser, de façon constante, leurs statistiques dans la présentation des graphiques.

Selon l'Office national de l'énergie du Canada, les réserves de pétrole brut des Grands Bancs s'élevaient à 106 Mm^3 (667 Mbl), et les réserves estimées de gaz naturel étaient de 935 Gm^3 (33 Bpi^3), à la fin de 1997. On estime que les ressources récupérables non encore découvertes de pétrole et de gaz des Grands Bancs sont supérieures de plusieurs ordres de grandeur à ces quantités (source : Office national de l'énergie, 1999, tableau 5.1, p. 43). Toutefois, les réserves actuelles de pétrole brut en provenance du champ Hibernia à lui seul dépassent maintenant les estimations faites par cet organisme. En mai 2000, l'Office Canada-Terre-Neuve des hydrocarbures extracôtiers avait prévu que les réserves de pétrole ainsi que les ressources récupérables dans cette région s'élevaient à 336 Mm^3 ou à 2117 Mbl.

La combinaison du champ Hibernia et des réserves adjacentes du gisement Avalon, qui datent tous deux du Crétacé inférieur, constitue à ce jour la plus importante découverte extracôtière et le cinquième plus gros champ pétrolifère découvert au Canada. L'exploitation de pétrole brut a commencé en décembre 1997, au coût de 5,82 milliards de dollars canadiens. Les réserves récupérables se composent de 140,5 Mm^3 (884 Mbl) de pétrole, de 38,7 Gm^3 (1,375 Bpi^3) de gaz et de 23 Mm^3 (145 Mbl) de liquides de gaz naturel. L'exploitation du pétrole brut du champ Hibernia devrait durer 20 ans, et l'on estime que la production durant cette période s'élèvera à 15 900 m^3/j (100 000 bl/j) et que la production maximale pourrait même atteindre 31 800 m^3/j (200 000 bl/j). Le gaz naturel extrait du pétrole brut est réinjecté et stocké dans le champ où il sert aussi à maintenir la pression de gisement.

Le champ pétrolifère Terra Nova a été mis en valeur au coût de 2,8 milliards de dollars. On a amorcé l'exploitation du pétrole brut, en janvier 2002. Les réserves récupérables du champ Terra Nova se composent de 64,6 Mm^3 (406 Mbl) de pétrole, de 7,6 Gm^3 (269 milliards de pieds cubes [Gpi^3]) de gaz naturel et de 2,2 Mm^3 (14 Mbl) de liquides de gaz naturel. On s'attend à ce que la production maximum du champ Terra Nova puisse se situer entre 19 870 et 23 846 m^3/j (entre 125 000 et 150 000 bl/j).

La mise en valeur du champ White Rose est en cours, en prévision de la production de 32 à 40 Mm^3 ou de 200 à 250 Mbl de pétrole avant la fin de 2005. Cette production échelonnée sur une période de 10 à 15 ans devrait afficher un taux de production maximale de 15 900 m^3/j ou de 100 000 bl/j.

Le champ Hebron qui renferme des ressources récupérables de 51,6 Mm^3 ou de 325 Mbl de pétrole n'est pas économiquement exploitable. Cette situation s'explique, en partie, par le fait qu'une quantité pouvant aller jusqu'à 75 % du pétrole brut récupérable se compose de pétrole lourd. L'exploitation du champ Hebron serait donc plus onéreuse que celle des champs Hibernia, Terra Nova et White Rose.

RÉGION DU DELTA DU MACKENZIE ET DE LA MER DE BEAUFORT

Dans les années 1970, on a découvert des réserves importantes de pétrole et de gaz dans la région du delta du fleuve Mackenzie (T.N.-O.) ainsi qu'au nord de celle-ci, dans des régions adjacentes de la mer de Beaufort. On estime que les réserves récupérables de gaz totalisent 255 Gm^3 (9 Bpi^3) et celles de pétrole, 161 Mm^3 (1 Gbl). Les ressources récupérables ultimes de la région du delta du Mackenzie et de la mer de Beaufort (ressources découvertes et non découvertes confondues) s'élèvent à 1,8 billion de mètres cubes (Bm^3) [64 Bpi^3] de gaz naturel et 1,066 Gm^3 [6,705 Gbl] de pétrole (source : Office national de l'énergie, 1999, tableau 5.1, p. 43 et tableau 7.1, p. 62).

On a découvert en 1980 le champ de gaz Ikhi, à 50 km au nord de Inuvik (T.N.-O.). Depuis 1999, la production de gaz naturel provient de deux puits se trouvant dans cette région. Un pipeline fournit à la communauté d'Inuvik le gaz nécessaire à la production d'électricité et aux fins de chauffage. Les réserves du champ Ikhi s'établissent à quelque 510 Mm^3 ou 18 Gpi^3 de gaz naturel.

Au cours des années 1970, les permis requis pour construire des gazoducs et des oléoducs vers le Sud n'ont pas été accordés, en raison des objections soulevées par les Autochtones vivant dans la grande région où seraient exploités le pétrole et le gaz ou dans laquelle passeraient les pipelines. Cependant, les Autochtones ont récemment indiqué qu'ils approuvent la construction de pipelines et l'exploitation de pétrole et de gaz naturel, de sorte que si les prix actuels plus ou moins élevés du pétrole brut et du gaz naturel se maintiennent, on pourrait amorcer de telles activités dans un avenir prévisible. De fait, un oléoduc a par la suite été construit dans une région du Nord aussi éloignée que celle du champ Norman Wells (dont l'exploitation limitée se poursuit depuis 1920). Les prix plus élevés du pétrole et du gaz en 2000 ont entraîné une reprise des activités d'exploration de ces deux produits dans le delta du Mackenzie. La construction éventuelle de pipelines reliant la région du delta du Mackenzie et de la mer de Beaufort au sud dépend de la demande future, à long terme, de pétrole brut et de gaz naturel, sur le marché nord-américain, ainsi que des prix à terme du pétrole et du gaz.

ARCHIPEL ARCTIQUE

On a découvert du pétrole et du gaz naturel dans l'archipel Arctique canadien (l'île d'Ellesmere et les îles Melville, Ellef Ringnes, King Christian et Cameron), au Nunavut, ainsi qu'en des sites extracôtiers des environs, au cours des années 1970 et du début au milieu des années 1980.

Les découvertes comprennent au moins 11 champs de gaz, 5 champs pétrolifères et 4 champs de pétrole et de gaz. Deux des champs de gaz comptent parmi les plus gros au Canada. Les estimations des réserves prouvées, probables et possibles atteignent 509 Gm^3 (17,983 Bpi^3) de gaz et entre 31,8 et 79,5 Mm^3 (entre 200 et 500 Mbl) de pétrole, ainsi que quelque 9,7 Mm^3 (61 Mbl) de liquides de gaz naturel. À cette époque, on envisageait de construire un pipeline qui aurait été relié à un éventuel gazoduc situé dans les champs de gaz du delta du Mackenzie, ainsi qu'à une usine de liquéfaction du gaz naturel, mais l'exploitabilité de ces projets n'a pas encore été démontrée. À partir de 1985, une ou deux cargaisons de pétrole brut provenant d'un puits dans le champ Bent Horn, dans l'île Cameron, ont été expédiées par navire à chaque année, mais ces expéditions ont été interrompues en 1996, lorsque les prix du brut ont fléchi. La production totalisait 449 000 m^3 ou 2,8 Mbl de pétrole et de gaz.

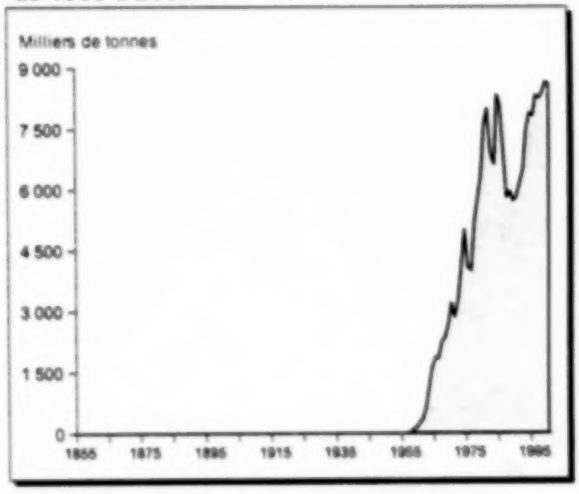
La probabilité que l'on effectue l'exploitation à grande échelle des champs de gaz et de pétrole de l'archipel Arctique est étroitement reliée à un futur redressement de la conjoncture du marché.

9. La production de soufre au Canada

Le Canada occupe le deuxième rang des producteurs de soufre élémentaire à l'échelle mondiale. En 1999, sa production constituait 21 % du marché mondial du soufre élémentaire. La production de soufre élémentaire au Canada n'est pas basée sur l'extraction du minéral, mais elle provient plutôt de sa récupération dans les usines où l'on élimine le sulfure d'hydrogène gazeux très toxique présent dans le gaz naturel afin de commercialiser ce dernier. Le sulfure d'hydrogène y est converti en soufre élémentaire. De plus, le soufre élémentaire peut être récupéré lors du raffinage du pétrole brut à teneur élevée en soufre (5 % de la production canadienne) et dans les usines d'exploitation de sables bitumineux (8 % de la production canadienne). En 2000, le Canada a produit 8,6 Mt de soufre élémentaire, ainsi que 831 000 t de soufre contenu dans l'acide sulfurique et dans l'anhydride sulfureux liquide, ces deux produits étant obtenus à partir des gaz de four de fusion qui sont récupérés dans les usines de fusion de métaux communs. La production canadienne de soufre élémentaire, lequel était en grande partie récupéré du gaz naturel, a débuté en 1956 et elle a par la suite connu une croissance rapide (figure 9.1).

L'accroissement de la production de gaz naturel et de celle de pétrole brut synthétique, à partir du sables bitumineux, devrait entraîner une augmentation continue de la production canadienne de soufre élémentaire.

Figure 9.1
Production canadienne de soufre élémentaire, de 1956 à 2000



Sources : Ressources naturelles Canada; Statistique Canada.
Remarque : Les données sur la production d'anhydride sulfureux provenant des gaz de four de fusion, de la pyrite et des concentrés de pyrrhotite ne sont pas incluses.

10. Principales régions minières du Canada

Ressources naturelles Canada publie annuellement la *Carte 900A – Principales régions minières du Canada* (aussi disponible en anglais). La carte, à l'échelle de 1/6 000 000, présente une version simplifiée de la géologie du Canada, montre le répertoire des mines canadiennes (en date du 1er janvier 2001) et indique les produits minéraux qui y sont exploités. On y trouve aussi les noms et emplacements des champs de pétrole et de gaz au Canada, le tracé des principaux oléoducs et gazoducs, l'emplacement des usines de fusion et des affineries de métaux non ferreux, avec une indication des produits minéraux traités, ainsi que l'emplacement des usines de bouletage de minerai de fer et des usines de fonte en gueuse, de réduction directe et de ferro-alliages au pays.

Le lecteur peut se procurer des exemplaires de la plus récente *Carte 900A*, auprès de la :

Librairie de la Commission géologique
du Canada
Ottawa (Ontario), Canada
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-4342
Téléphone sans frais au Canada et
aux États-Unis : 1-888-252-4301
Télécopieur : (613) 943-0646
Courriel : librairiecgc@rncan.gc.ca
ou gscbookstore@nrcan.gc.ca

La *Carte 900A* ne montre pas l'emplacement des aciéries canadiennes. Le lecteur peut obtenir des renseignements détaillés sur les usines d'acier primaire au Canada en consultant la publication annuelle qui s'intitule *L'activité métallurgique au Canada – fer et acier de première fusion* et qui a été produite par le Secteur des minéraux et des métaux, Ressources naturelles Canada.

Le lecteur peut obtenir des renseignements supplémentaires sur l'extraction des ressources minérales et les installations de traitement des minéraux du Canada en consultant la publication annuelle intitulée *Mines et usines de traitement de minéraux au Canada*, laquelle a été produite par le Secteur des minéraux et des métaux, Ressources naturelles Canada.

Ces deux publications peuvent être achetées en s'adressant à la :

Librairie de la Commission géologique
du Canada
Ottawa (Ontario), Canada
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-4342
Téléphone sans frais au Canada et
aux États-Unis : 1-888-252-4301
Télécopieur : (613) 943-0646
Courriel : librairiecgc@rncan.gc.ca
ou gscbookstore@nrcan.gc.ca

11. Liste de références

Bureau fédéral de la statistique (maintenant connu sous le nom de Statistique Canada). *Canadian Mineral Statistics 1886-1956; Mining Events, 1604-1956*. Document de référence n° 68, Ottawa (Ontario), Canada, 1957, 120 p.

Cranstone, D.A. *An Analysis of Ore Discovery Costs and Rates of Ore Discovery in Canada Over the Period 1946-1977*, thèse de doctorat, université Harvard, Cambridge (Mass.), avril 1982.

Cranstone, D.A. *Canadian Ore Discoveries, 1946-1978: A Continuing Record of Success*, Bulletin ICM, mai 1980, p. 30 à 40.

Cranstone, D.A. « Les tendances de réserves de métal contenu dans le tonnage de minerai au Canada », dans *Revue sur l'industrie minérale*, Ressources naturelles Canada, Ottawa (Ontario), Canada, été de 1997, p. 45 à 56.

Cranstone, D.A. « The Canadian Mineral Discovery Experience Since World War II », chapitre. 9, p. 283 à 329, dans *World Mineral Exploration*, John E. Tilton, Roderick G. Eggert et Hans H. Landsberg (éditeurs). Publication de *Ressources for the Future*, Washington (D.C.), 1988, 464 p.

Cranstone, D.A., A. Lemieux et M. Vallée. *The Effectiveness of Canadian Mineral Exploration Over the Period 1946-1990*, article non publié, présenté à la réunion annuelle de l'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs, Toronto (Ontario), Canada, le 30 mars 1993.

Cranstone, D.A. et H.L. Martin. *Are Ore Discovery Costs Increasing?*, Canadian Mining Journal, avril 1973, p. 53 à 64.

Cranstone, D.A. et R.T. Whillans. *An Analysis of Uranium Discovery in Canada 1930-1982*. Article présenté à la réunion de Uranium Resources and Geology of North America, Agence internationale de l'énergie atomique, Saskatoon (Sask.), Canada, du 1er au 3 septembre 1987 et publié dans IAEA-TECDOC 500, 1989, p. 29 à 47.

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (maintenant connu sous le nom de ministère des Ressources naturelles), *A Summary View of Canadian Reserves and Additional Resources of Iron Ore*, Bulletin minéral, MR 170, Ottawa (Ontario), Canada, 1977, 14 p.

Office national de l'énergie. *L'énergie au Canada, offre et demande jusqu'à 2025*, Calgary (Alb.), 1999, 97 p.

Reed, Alan. « Réserves canadiennes de certains métaux importants et décisions récentes en matière de production », chapitre 2 de l'*Annuaire des minéraux du Canada, 2000 : Aperçu et perspectives*, Ressources naturelles Canada, Ottawa (Canada), 2001, 14 p. L'édition la plus récente de ce chapitre peut être consultée sur Internet à www.rncan.gc.ca/emm/cmy/index_f.html.

Wilson, H.D.B., Ph.D. (professeur), 1997, communication personnelle. M. Wilson a travaillé pour l'International Nickel Company of Canada Limited (connue maintenant comme Inco Limitée) au cours des années 1940, lorsque cette société a entrepris des travaux d'exploration dans la ceinture de nickel Thompson. M. Wilson nous a fournis les détails historiques sur l'utilisation, par Inco, du magnétomètre aéroporté pour explorer la ceinture de nickel Thompson ainsi que sur la mise au point du premier système électromagnétique portable et son utilisation par Inco.

Zwartendyk, J. « Aperçu des réserves canadiennes de minerais », chapitre 5 de l'*Annuaire des minéraux du Canada* de 1988, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (Ontario), Canada, 1988, 2 p.

Voici d'autres sources d'information qui traitent de l'évolution de l'industrie minérale du Canada :

- Bureau fédéral de la statistique (maintenant connu sous le nom de Statistique Canada). *Chronological Record of Canadian Mining Events from 1604 to 1947*, Ottawa (Ontario), Canada, 1948, 93 p.

- Udd, John E. *A Century of Achievement: The Development of Canada's Minerals Industries*, Institut canadien des mines, de la métallurgie et du pétrole, volume spécial n° 32, Montréal (Québec), Canada, 2000, 206 p.

- Udd, John E. *Une chronologie de la mise en valeur des minéraux au Canada* (cette chronologie est disponible sur le site Internet, à l'adresse [www.rncan.gc.ca/mms/stude-etudi/chro_f.htm]; elle est mise à jour périodiquement).